

Vol. VII

1.12.1955

UNIVERSITY OF HAWAII

LIBRARY

No. 3

MAR 1 '56

# HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA, HYDROGRAPHICA ET  
LIMNOLOGICA

## EDITORES:

Gunnar Alm Drottningholm	H. d'Ancona Padova	Kaj Berg København	E. Fauré-Fremiet Paris
E. Gessner München	H. Järnefelt Helsinki		G. Marlier Congo-belge
C. H. Mortimer Ambleside	P. van Oye Gent		W. H. Pearsall London
K. Ström Oslo	N. Wibaut-Isebree Moens Amsterdam		W. R. Taylor Ann Arbor

Secretary: Prof. Dr. P. van Oye  
St. Lievenslaan 30 Gent Belgium



---

UITGEVERIJ Dr W. JUNK — DEN HAAG — 1955

HYDROBIOLOGIA publishes original articles in the field of Hydrobiology, Limnology and Protistology. It will include investigations in the field of marine and freshwater Zoo- and Phytobiology, embracing also research on the Systematics and Taxonomy of the groups covered. Preliminary notices, polemics, and articles published elsewhere will not be accepted. The journal, however, contains reviews of recent books and papers.

Four numbers of the journal are published every year. Each number averages about 100 pages. Contributions must be clearly and concisely composed. They must be submitted in grammatically correct English, French, German, Italian or Spanish. Long historical introductions are not accepted. Protocols should be limited. Names of animals and plants must be given according to the laws of binomial nomenclature adopted at the recent International Congresses of Zoology and of Botany, including the author's name; it is desirable that the latter should be given in full. Measures and weights should be given in the decimal system. Every paper has to be accompanied by a short summary, and by a second one, written in an alternative language.

Manuscripts should be typewritten in double spacing on one side of the paper. The original should be sent. Original drawings should be submitted. Text figures will be reproduced by line engraving and hence should not include any shading, although figures which cannot be reproduced in this manner will be accepted if necessary. All drawings should be made on separate sheets of white paper, the reduction desired should be clearly indicated on the margin. The approximate position of text-figures should be indicated on the manuscript. A condensed title, should be cited as follows: in the text — AHLSTROM (1934); in the references — AHLSTROM, E. H., 1934. Rotatoria of Florida; *Trans. Amer. Micr. Soc.* 53: 252—266. In the case of a book in the text — HARVEY (1945); in the references — HARVEY, H. W.: Recent Advances in the Chemistry and Biology of Sea Water, Cambridge Univ. Pr., London 1945. Author's names are to be marked for printing in small capitals, latin names of animals and plants should be underlined to be printed in italics.

The various types of printing should be indicated by underlining the words in the following way:

=====

CAPITALS, e.g. for headlines; preferably *not* in the text.

=====

or straight blue line: SMALL CAPITALS, e.g. *all* names of persons, both in the text and in the references.

=====

heavy type, e.g. for sub-titles; preferably *not* in the text.

~~~~~

or straight red line: *italics*, e.g. *all* Latin names of plants and animals, except those in lists and tables.

-----

spaced type.

Manuscripts may be sent to any member of the board of editors or directly to the hon. secretary, Prof. Dr. P. van Oye, 30, St. Lievenslaan, Ghent, Belgium, to whom proofs must be returned after being clearly corrected. Fifty free reprints of the paper with covers will be furnished by the publishers. Orders for additional copies should be noted on the form which is enclosed with the galleyproofs.

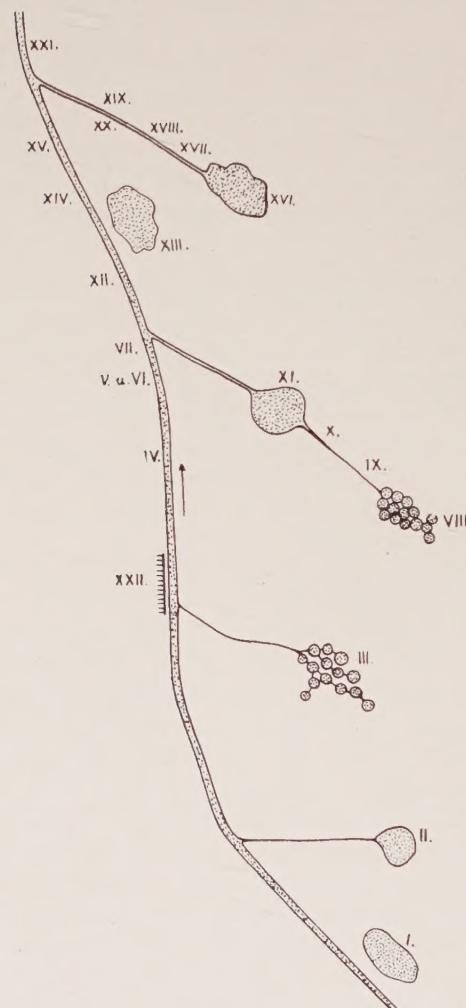
*Books and reprints are to be sent to the honorary secretary directly.*

# Hydrobiologische Untersuchungen in Transvaal I. Vergleichung der herbstlichen Algengemeinschaften in Rayton-vlei und Leeufontein

von  
B. J. CHOLNOKY  
(Universiteit van Pretoria)

Die hier zu beschreibenden Beobachtungen haben eine Beziehung zu einem in hydrobiologischer Hinsicht völlig unerforschten Gebiet und so habe ich es unerlässlich gefunden, alle in den Proben beobachteten und identifizierten Algenarten anzuführen, desto mehr, da ein Teil der gesehenen Formen bisher noch unbekannt war. Die Natur dieser Untersuchungen gestattet es aber nicht, bei allen Algengruppen auch die Ökologie zu behandeln, da bei vielen noch die nötigen Angaben und Vorarbeiten fehlen, um überhaupt von einer Ökologie sprechen zu können.

Bei den Diatomeen sind aber in dieser Hinsicht viele Einzelheiten bekannt, obzwar diese leider nicht immer als zutreffend gelten können. Floristische Angaben bilden sehr oft eine natürlich gänzlich unzuverlässliche Grundlage ökologischer Spekulationen und Begriffe der Pflanzengeographie werden vielfach mit denen der Hydrobiologie und Ökologie verwechselt. Bei den Diatomeen ist das Überbleiben der Kieselschalen sicher eine sehr wichtige, nicht zu unterschätzende Fehlerquelle, die in der letzteren Zeit wieder vielfach vernachlässigt wird. Ein noch gefährlicherer und leider auch noch allgemeinerer Fehler ist die Untersuchung sog. Sammelmaterialien, die wohl floristische, keinesfalls aber ökologische Behauptungen zulassen. Es bildet eine besondere Schwierigkeit, dass die heutzutage üblichen Untersuchungsmethoden — ausser der des Planktons — nicht tadellos geeignet sind, um die vorhandenen Assoziationen wirklich befriedigend zu analysieren und dass die für Analyse der benthischen Vergesellschaftungen einzig anwendbare THOMASSON-Methode kaum als eine vollkommene betrachtet werden kann. Ohne eine zahlenmässige Erfassung des Tatbestands oder einen Versuch, um wirkliche Assoziationen voneinander abgesondert zu untersuchen, sind aber alle sog. ökologischen Behauptungen nur unbestützte und unbeweisbare persönliche Meinungen, die für den



I. Kartenskizze des Rayton-vlei.

heutigen Chaos verantwortlich sind. Auch in den meisten zusammenfassenden Arbeiten finden wir doch die Ausdrücke „nordisch-alpin“, „Salzwasserform“, „nirgends fehlend“, „gemein“ usw., die die Ökologie der Arten angeben müssten.

Es ist allerdings erfreulich, dass auch in der letzteren Zeit mehrere Untersucher die Notwendigkeit einer auch in den Einzelheiten genauen Analyse der Assoziationen zur Beurteilung der Ökologie der Diatomeen ebenso unerlässlich halten, wie ich es schon vor so vielen Jahren wiederholt betont habe (vgl. CHOLNOKY 1927, 1929 b, 1929 c, 1931, 1933 usw.). Die schönen und ganz eindeutigen Ergebnisse in der neuen und neuesten Literatur (z.B. BUDDE 1942, JØRGENSEN 1948, 1950 usw.) beweisen die Richtigkeit dieser Behauptung. Um so unverständlicher ist es, dass auch noch in der rezenten Literatur Publikationen zu finden sind, die mit einer vollkommenen Vernachlässigung der schon vorhandenen Ergebnisse eigentlich einen Zurückfall in die Zeiten vor der bekannten Zusammenfassung KOLBES (1932) bedeuten. Ich beziehe mich in der ersten Linie auf der Arbeit von PATRICK (1948), in welcher kein Wort über die Wirkung des pH-Faktors zu lesen ist, aber wohl über „dry habitat forms“, so dass wir auf diesem Grund vielleicht bald auch über xerophytische Diatomeen werden lesen müssen.

Die Bedeutung des aktuellen pH der Gewässer erhellt wohl aus den sehr gründlichen Untersuchungen JØRGENSENS (1948, 1950) und dass diese, in vielen Fällen wohl ausschlaggebende Rolle der Azidität nicht noch deutlicher zum Ausdruck kommt, ist nur der Tatsache zuzuschreiben, dass JØRGENSEN Biotopen, aber keine Assoziationen untersucht hatte.

In den letzten Monaten habe ich Möglichkeit gehabt, um in der Umgebung der Stadt Pretoria unter anderen auch zwei Gewässerkomplexe eingehender untersuchen zu können.

Die erste Gruppe bildet das sogenannte „Rayton-vlei“ in der Nähe des Städtchens Rayton, etwa 30 Km östlich von Pretoria, die ich am Ende des vorigen Herbstes (Anfang Juni) durch die Güte des Herrn Prof. H. G. Schweickerdt persönlich aufsuchen und wo ich die nötigen Materialien sammeln konnte. Von der Situation gebe ich hier eine etwas schematisierte Kartenskizze (Abb. 1), aus welcher deutlich sichtbar ist, dass sich das Untersuchungsgebiet auf einen Teil des kleinen Bachs und auf die nebenanliegenden kleinen Quellen erstreckt. Da hier nur alte Sandsteine auf der Oberfläche vorhanden sind, ist das pH ziemlich niedrig. Ich habe aus den mir wichtig erscheinenden Standorten Wasserproben mitgenommen und das pH bestimmt. Die sind die folgenden:

|          |      |        |
|----------|------|--------|
| Standort | II   | pH 5,6 |
| „        | III  | pH 5,7 |
| „        | XI   | pH 5,9 |
| „        | XIV  | pH 6,3 |
| „        | XIII | pH 6,9 |
| „        | XVI  | pH 5,5 |
| „        | XXI  | pH 6,3 |

Somit ist es hier deutlich, dass die kleinen Quellen sauer bis sehr sauer sind, aber auch, dass das pH — wahrscheinlich hauptsächlich durch biotische Einwirkungen — im Abflussgraben und besonders im „vlei“ selbst empfindlich steigt. Die Temperatur des Wassers ist in der Zeit des Sammelns 19,5—20° C gewesen.

Die Materialien wurden nach Prinzipien gesammelt, die mir gestatteten, über Assoziationen sprechen zu können und da ich mich durch Sammeln von zwei Proben aus demselben Standort (z.B. XIX und XX) kontrollieren konnte, habe ich hier einen schönen Beweis dafür erhalten, dass die Zusammensetzung der Diatomeen-assoziationen — ebenso als anderer Pflanzengemeinschaften — streng durch die gegebenen ökologischen Bedingungen bestimmt wird. Die eingehende Analyse der Assoziationen wird diese eigentlich sehr selbstverständliche Bewährung noch mehr beweisen.

Diese aus einer sehr saueren Umgebung herstammenden Assoziationen konnte ich mit den 6 aus ebenfalls ziemlich aber nicht besonders saueren Gewässern herstammenden „Leeufontein“-Materialien vergleichen, die für mich Frau Prof. M. G. MES gesammelt hatte. Damals habe ich diesen Fundort persönlich noch nicht gesehen, durch die Güte der Frau Prof. MES habe ich aber in diesem Frühling (September) Gelegenheit gehabt, dort eine Reihe von Frühlingsmaterialien zu sammeln und die Situation gründlich kennen zu lernen. Da die lebenden und reichlichen Herbstmaterialien genügend Standortswasser enthielten, konnte ich schon damals feststellen, dass das pH hier 6,2—6,8 ist und im Frühling habe ich gesehen, dass in Leeufontein unvergleichlich viel mehr Wasser ist, als in Rayton-vlei.

Leeufontein ist ein Gehöft etwa 10—12 Km nördlich von Rayton, so dass der Fundort etwa 30—35 Km nordöstlich von Pretoria gelegen ist. In der nächsten Umgebung sind wasserreiche Quellen, die kürzlich — teilweise künstlich — zu einem Bach versammelt wurden. Das Wasser wird zur Bewässerung gebraucht. Demzufolge ist hier das Milieu von dem des Rayton-vlei verschieden, auch das pH abweichend und so sind die Abweichungen in den Assoziationen der zwei Fundorten wohl verständlich. Da aber das pH doch niedrig ist, können die in gewissen Hinsichten weitgehenden Übereinstimmungen nur durch das niedrige pH erklärt werden und so muss diese Vergleichung einen sehr triftigen Beweis für die Bedeutung des pH-

Faktors liefern. Die Temperatur des Wassers ist im Herbst und Winter etwa 20° C.

In den folgendens — auch in der Aufzählung der gesehenen Arten und Formen — habe ich die Rayton-Materialien mit römischen Ziffern I—XXII und die Leeufontein-Materialien mit den Buchstaben A—F bezeichnet. Hier muss ich noch bemerken, dass die behandelten Proben ausschliesslich Spätherbstmaterialien sind und dass die Bearbeitung der Frühlingsmaterialien aus Leeufontein noch erfolgen muss.

Hier möchte ich noch darauf hindeuten, dass ausser einigen spärlichen Angaben die Süsswasser-Algenflora der Union von Südafrika nur wenig bekannt ist und so habe ich es nötig gefunden, auch die in den Materialien beobachteten anderen Algen — soweit das möglich war — ebenfalls eingehend zu bearbeiten. Eine ökologische Auswertung dieser Angaben würde aber andere Methoden erfordern, ausserdem ist eine Vergleichung dieser Befunde mit schon bekannten Angaben kaum möglich, da ökologisch viele der anderen Algengruppen — z.B. Cyanophyceen — als kaum bekannt gelten müssen. Die ökologische Behandlung der Assoziationen muss also auf die Diatomeen beschränkt bleiben.

Die untersuchten Materialien und die darin befindlichen Assoziationen sind die folgenden:

#### *Rayton-vlei*

I. Kleine Quelle mit gänzlich stehendem Wasser an dem Ufer der Hauptader. Gelber, leichter Detritus. Die Wasseroberfläche ist ölig.

Das Material ist nicht geeignet, um hier die THOMASSON-Methode anzuwenden, da es sehr viel Detritus (besonders viele verkieselte Zellwände und Gewebeteile von Gräsern) enthält und da die Assoziation durch das Stehen des Wassers und durch Beschmutzung mehr limnetisch verändert ist. Sie zeigt aber keine Spur einer Meso- oder Eutrophie. Die häufigsten Diatomeen sind — in der Folge ihrer Häufigkeit, — die folgenden:

1. *Cymbella amphicephala*
2. *Frustulia rhombooides* var. *saxonica*
3. *Neidium iridis*,
4. *Cymbella raytonensis*,
5. *C. ventricosa*,
6. *Anomoeoneis brachysira*,
7. *Eunotia tenella* mit ihren Varietäten.

Die grosse Häufigkeit der sog. limnetischen — d.i. eurytypisch indifferenten und eurytypisch mesothermen — Elemente (*Cym-*

*bella amphicephala, C. ventricosa, Neidium iridis*) ist hier ohne weiteres feststellbar. Sie sind sicher nur als sekundär auftretende Pflanzen zu betrachten, was durch die grosse Anzahl der vorhandenen stenotypisch azidophilen Formen — allerdings in einer kleinen Individuenzahl — ziemlich gut bewiesen wird.

II. Die zweite, beschmutzte Seitenquelle, die künstlich ausgegraben und etwas vertieft wurde. Das Wasser ist beinahe stehend, da es kaum wegsickert. 20—25 cm tief.

Eine sehr interessante Assoziation, die sicher durch die Beschmutzung und eine gewisse Eutrophie beeinflusst, aber doch nicht gänzlich in eine in allen Hinsichten eurytypische verändert wurde. Durch ihr niedriges pH zeigen die kleinen Seitenquellen eine spezifische Assoziation, diese hat aber die Vertiefung für Tränke geeignet gemacht, wodurch die mehr oder minder deutlichen Spuren einer Eutrophie erscheinen. Die Vergleichung dieser Assoziation mit denen ähnlicher Standorte (z.B. VIII, IX, X usw.) beweist die Richtigkeit dieser Feststellung. Das Material ist auch hier nicht geeignet gewesen, um THOMASSEN-Zählungen auszuführen. Die Liste der häufigsten Diatomeen ist die folgende:

1. *Nitzschia gracilis* (niedriges pH, sie zeigt aber auch das Vorhandensein von N-enthaltenden Stoffen an),
2. *Anomoeoneis seriata*,
3. *Navicula subtilissima*,
4. *Cymbella transvaalensis* und ihre Varietät,
5. *Anomoeoneis brachysira*,
6. *Nitzschia dissipata* var. *borneensis* — wahrscheinlich ebenfalls eine Pflanze reichlich N-enthaltender Gewässer.

Hier muss noch bemerkt werden, dass — meiner Meinung nach — durch den Reichtum der N-Verbindungen die *Eunotien* in diesem Material auffallend wenig entwickelt sind.

III. Kleine, in den Fussstapfen der Tiere aufsickernde quellige Tümpel. Sonnig, stehend. Das Gras wurde in der Umgebung abgebrannt.

Da dieses Tümpelchen nicht als Tränke gebraucht werden kann, ist die Assoziation hier viel stenotypischer azidobiontisch (azidophil) und oligotroph. Die häufigsten Diatomeen sind hier nämlich die folgenden:

1. *Navicula subtilissima*,
2. *Frustulia rhomboidea* var. *saxonica*,
3. *Pinnularia Schweinfurthii*,
4. *Eunotia tenella* mit ihren Varietäten,
5. *E. similis* mit ihren Varietäten,
6. *E. flexuosa* mit der var. *transvaalensis*,
7. *Cymbella transvaalensis*,

8. *C. raytonensis*,
9. *Neidium affine* mit seinen Varietäten,
10. *N. iridis*,

so dass hier nur die zwei *Neidium*-Arten auf einen mehr eurytypischen Charakter des Standorts schliessen lassen.

IV. Im „vlei“ (= Bächlein) selbst. Sehr seicht, beinahe stehend. Oberhalb der grösseren Quellen. Rotbrauner, leichter Detritus.

Auch ein Material, das keinesfalls für eine THOMASSON-Zählung geeignet ist. Hier ist das Erscheinen der limnetischen Elemente — durch das Erhöhen des pH und wahrscheinlich auch durch eine allmählich steigende Eutrophie — und die steigende Anzahl der gefundenen Formen (Eurytypie!) sehr charakteristisch. In diesem Verband, will ich auch auf die grosse Anzahl derjenigen Formen aufmerksam machen, die sicher aus verschleppten Individuen anderer, stenotypischer Assoziationen bestehen. Die häufigsten Diatomeen sind nämlich die folgenden:

1. *Eunotia similis* mit Varietäten,
2. *Achnanthes microcephala*,
3. *Cymbella ventricosa*,
4. *C. naviculiformis*,
5. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*,
6. *F. rhomboides*.

Die Verteilung der anderen, hier nicht aufgezählten, sehr vielen Formen ist so gleichmässig, dass ihre Häufigkeit kaum zu schätzen ist.

V. Im „vlei“ selbst, oberhalb der grösseren Quellen. Sehr seicht, beinahe stehend, mit vielen vegetativen *Spirogyren*.

Im Material erscheinen auch hier auffallend viele eurytypische Florenelemente. Durch den Reichtum der Diatomeenassoziation und durch den ausserordentlich vielen Detritus ist hier die Anwendung der THOMASSON-Methode ebenso unmöglich, als bei den vorhergehenden Materialien. Im Material sind auch hier sehr viele sicher verschleppte Formen zu finden. Die häufigsten Diatomeen sind:

1. *Eunotia similis* und Varietäten,
2. *Gomphonema gracile*,
3. *Navicula cryptocephala*,
4. *Achnanthes microcephala*,
5. *Anomoeoneis brachysira*,
6. *Cymbella naviculiformis*,
7. *C. transvaalensis*,
8. *Eunotia raytonensis*,
9. *Frustulia rhomboides*,
10. *F. rhomboides* var. *saxonica*,
11. *Neidium affine* mit seinen Varietäten.

## VI. Im „vlei“ selbst. Kontrollmaterial des vorherigen.

Die Assoziation stimmt vollkommen mit der vorherigen überein, mit der einzigen Ausnahme, dass in diesem Material *Achnanthes microcephala* eine der häufigsten Diatomeen ist, die den zweiten Platz in der Liste einnehmen müsste. Sonst ist die Liste der vorigen ähnlich.

VII. Das „vlei“ selbst. Benthos an der steilen, ausgegrabenen Uferböschung gegenüber der Einmündung eines Quellsystems (s. Materialien VIII., IX, X, XI). Langsam fliessend.

Ein viel minder limnetisches Material, in welchem ich eine typisch azidophile Assoziation beobachten konnte, die nur in einem ganz geringen Masse mit limnetischen Elementen gemischt war. Die Ergebnisse der THOMASSON-Zählung sind die folgenden:

|                                                        | Stück | %    |
|--------------------------------------------------------|-------|------|
| <i>Anomoeoneis brachysira</i> .....                    | 136   | 38,5 |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> ..... | 72    | 20,4 |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....  | 41    | 11,6 |
| <i>Navicula bryophila</i> .....                        | 30    | 8,5  |
| <i>N. cryptocephala</i> .....                          | 21    | 5,9  |
| <i>Cymbella raytonensis</i> .....                      | 19    | 5,4  |
| <i>Frustulia rhomboides</i> .....                      | 8     | 2,3  |
| <i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenulum</i> ..... | 5     | 1,4  |
| <i>Cymbella transvaalensis</i> .....                   | 4     | 1,2  |
| <br>                                                   |       |      |
| <i>Eunotia exigua</i> fo. <i>triundulata</i> .....     | 3     |      |
| <i>Pinnularia microstauron</i> .....                   | 3     |      |
| <i>Cymbella gracilis</i> .....                         | 2     |      |
| <i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangulata</i> .. | 2     |      |
| <i>Surirella linearis</i> .....                        | 2     |      |
| <i>Achnanthes microcephala</i> .....                   | 1     |      |
| <i>Anomoeoneis zellensis</i> var. <i>linearis</i> .... | 1     |      |
| <i>Eunotia arcus</i> var. <i>uncinata</i> .....        | 1     |      |
| <i>E. similis</i> var. <i>densestriata</i> .....       | 1     |      |
| <i>Frustulia africana</i> .....                        | 1     |      |
|                                                        |       | 17   |
|                                                        |       | 4,8  |

Durch die Einmündung der Quellen ist hier der limnetische Einfluss nur beschränkt, die ziemlich hohe Anzahl der *Navicula cryptocephala* und des *Gomphonema parvulum* var. *lagenulum*, das Fehlen der *Anomoeoneis serians* und die hohe Anzahl der gefundenen Florenelemente deutet aber unzweifelhaft auf einen solchen hin, obzwar die meisten hier beobachteten Arten mehr oder minder stenotypisch azidophil sind.

VIII. Seichte Seitenquelle. Sehr langsam fliessend, nicht beschmutzt.

Diese kleine, für Tier und Mensch nur schwer zugängliche Quelle bildet ein gutes Beispiel für die hier vorkommenden stenotypisch azidobiontischen, extrem oligotrophen Assoziationen. Ausser einer minimalen Anzahl der hier gesehenen Formen sind die THOMASSON-Angaben die besten Beweise für die hier herrschenden stenotypischen Verhältnisse. Die Auszählung gibt die folgenden Ergebnisse:

|                                                           | St  | %    |
|-----------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Anomoeoneis brachysira</i> .....                       | 145 | 42,6 |
| <i>A. serians</i> .....                                   | 122 | 35,9 |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> .....    | 24  | 7,1  |
| <i>Navicula subtilissima</i> .....                        | 16  | 4,7  |
| <i>Cymbella transvaalensis</i> .....                      | 14  | 4,1  |
| <i>Pinnularia gibba</i> .....                             | 8   | 2,4  |
| <i>Achnanthes exilis</i> .....                            | 4   | 1,2  |
| <i>Achnanthes minutissima</i> .....                       | 3   |      |
| <i>Frustulia rhomboides</i> .....                         | 2   |      |
| <i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangulata</i> ..... | 1   |      |
|                                                           | 7   | 2,0  |

Ich muss darauf hinweisen, dass hier keine einzige der häufiger vorkommenden Diatomeenarten als eine „limnetische“, d.i. eurytypische bezeichnet werden kann. Ich möchte auch auf das Verhältnis der *Anomoeoneis brachysira* und *A. serians* aufmerksam machen, die sich in diesen Materialen als stenotypisch azidophile (d.i. *A. brachysira* azoidphil, *A. serians* azidobiontisch) erweisen.

IX. Seitenzweig. Abfluss der Quelle des vorherigen (VIII) Standorts. Der Grund ist quellig, das Wasser sickert auch hier empor.

Eine sehr ausgeprägt stenotypisch azidobiontische Assoziation, vielleicht noch mehr, als die des Material VIII. Die THOMASSON-Angaben sind die folgenden:

|                                                        | St  | %    |
|--------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Anomoeoneis serians</i> .....                       | 209 | 54,9 |
| <i>A. brachysira</i> .....                             | 60  | 15,8 |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> ..... | 55  | 14,4 |
| <i>Navicula bryophila</i> .....                        | 25  | 6,6  |
| <i>N. subtilissima</i> .....                           | 8   | 2,1  |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....  | 7   | 1,8  |
| <i>Surirella delicatissima</i> .....                   | 6   | 1,6  |
| <i>Pinnularia gibba</i> .....                          | 5   | 1,2  |
| <i>Frustulia africana</i> .....                        | 3   |      |
| <i>Cymbella transvaalensis</i> .....                   | 2   |      |
| <i>Pinnularia microstauron</i> .....                   | 1   |      |
|                                                        | 6   | 1,6  |

Es scheint zweifellos zu sein, dass das pH hier niedriger, als in dem vorherigen Standort ist (*Anomoeoneis serians!*).

X. Seitenzweig. Abfluss der Quelle VIII, noch etwas mehr nach unten. Der Grund ist auch hier quellig.

Ebenso eine ausdrücklich azidophile Assoziation, aber mit einer schon geringeren Stenotypie, die mit den zwei vorherigen in dem besten Einklang steht. Die THOMASSON-Angaben sind die folgenden:

|                                                           | St  | %    |
|-----------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Anomoeoneis serians</i> .....                          | 124 | 29,0 |
| <i>A. brachysira</i> .....                                | 73  | 17,1 |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....     | 36  | 8,4  |
| <i>Navicula bryophila</i> .....                           | 34  | 7,9  |
| <i>Cymbella gracilis</i> .....                            | 32  | 7,5  |
| <i>Pinnularia gibba</i> .....                             | 29  | 6,8  |
| <i>Surirella delicatissima</i> .....                      | 29  | 6,8  |
| <i>Frustulia rhomboides</i> .....                         | 13  | 3,0  |
| <i>Navicula cryptocephala</i> .....                       | 13  | 3,0  |
| <i>Achnanthes microcephala</i> .....                      | 7   | 1,6  |
| <i>Cymbella raytonensis</i> .....                         | 6   | 1,4  |
| <i>C. ventricosa</i> .....                                | 5   | 1,2  |
| <i>Nitzschia parvuloides</i> .....                        | 5   | 1,2  |
| <i>Pinnularia microstauron</i> .....                      | 5   | 1,2  |
| <i>Cymbella transvaalensis</i> .....                      | 4   |      |
| <i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangulata</i> ..... | 4   |      |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> .....    | 3   |      |
| <i>Nitzschia palea</i> .....                              | 3   |      |
| <i>Eunotia flexuosa</i> .....                             | 2   |      |
| <i>Navicula mutica</i> .....                              | 1   |      |
|                                                           |     | 17   |
|                                                           |     | 3,9  |

Die höhere Eurytypie wird hier nicht nur durch die geringere Anzahl der Individuen der azidobiontischen Arten (z.B. *Anomoeoneis serians*) und durch das verhältnismässig reichliche Auftreten charakteristisch eurytypischer Formen (z.B. *Navicula cryptocephala*), sondern auch durch die sehr grosse Anzahl der gesehenen Spezien und Varietäten gezeigt.

XI. Eine Vertiefung des kleinen Abflussgrabens der Quelle VIII (wahrscheinlich selbst auch eine Quelle).

Durch einen Zufall wurde der grösste Teil des Materials während der Präparation vernichtet. Das übriggebliebene ist nicht genug gewesen, um wirklich tadellos brauchbare Präparate fertigen zu können, die wenigen Tropfen des Restes waren aber doch genug, um auch hier das Vorhandensein einer der vorherigen ähnlichen Assoziation feststellen zu können.

Die häufigsten Arten sind hier — in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit — die folgenden:

1. *Anomoeoneis serians*,
2. *A. brachysira*,
3. *Pinnularia gibba*,
4. *Cymbella transvaalensis*.

Die Feststellung der Häufigkeit der anderen, im Material gesehenen Formen ist nicht mit der nötigen Zuverlässlichkeit möglich gewesen.

XII. Das „vlei“ selbst unterhalb des Abflussgrabens der Standorte VIII—XI.

Die ökologischen Faktoren sind in diesem Standort plötzlich verändert. Die leitenden Elemente der Standorte VIII—XI sind natürlich auch hier in Form verschleppter Individuen und besonders verschleppter Schalen vertreten. Die durch die Wasserbewegung und Steigen des pH verursachte grundsätzliche Veränderung der Assoziation ist aber durch die THOMASSON-Analyse ganz deutlich. Die Ergebnisse sind nämlich wie folgt:

|                                                        | St  | %    |
|--------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> ..... | 118 | 32,4 |
| <i>Cymbella raytonensis</i> .....                      | 99  | 27,2 |
| <i>Anomoeoneis brachysira</i> .....                    | 71  | 19,5 |
| <i>Eunotia exigua</i> und ihre Varietäten .....        | 25  | 6,9  |
| <i>Navicula bryophila</i> .....                        | 18  | 4,9  |
| <i>Pinnularia microstauron</i> .....                   | 10  | 2,7  |
| <i>Eunotia similis</i> mit ihren Varietäten .....      | 9   | 2,5  |
| <i>Pinnularia gibba</i> .....                          | 5   | 1,4  |
| <i>Frustulia africana</i> .....                        | 4   | 1,1  |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....  | 3   | 1,4  |
| <i>Cymbella transvaalensis</i> .....                   | 2   | 1,4  |

Die hier vorhandenen mesotypisch azidophilen Bedingungen werden deutlich durch das Fehlen der stenotypischen azidobiontischen *Anomoeoneis serians* und durch das Vorhandensein ausgeprägt azidophiler Arten (*Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, *Cymbella raytonensis*, *Anomoeoneis brachysira*) angedeutet, durch das fliessende Wasser wird aber hier auch das Vorkommen mesotypisch rheophiler Elemente begünstigt (*Frustulia rhomboides* var. *saxonica*, *Cymbella raytonensis*). Eine typisch rheophile Assoziation kann durch die schwache Wasserströmung nicht entstehen.

XIII. Eine kleine Pfütze am Ufer des „vlei“ etwas unterhalb des vorherigen Standorts. Viel organischer Detritus, sehr seicht, etwas beschmutzt.

Eine typisch limnetische Umgebung, in welcher auch das pH — wahrscheinlich durch Verunreinigung usw. — höher als in allen anderen, in dieser Hinsicht untersuchten Standorten war. Diesen

Voraussetzungen entsprechend ist die Assoziation hier auch von allen bisherigen abweichend, obzwar die Florenliste auch hier mehr oder minder die selben Formen enthält. Diese Tatsache deutet darauf hin, dass man auf Grund von Florenlisten keinesfalls die Ökologie einer Diatomeenart feststellen kann.

Die THOMASSON-Angaben beweisen tadellos die Richtigkeit dieser Auffassung:

|                                                        | St | %    |
|--------------------------------------------------------|----|------|
| <i>Cymbella ventricosa</i> .....                       | 83 | 28,2 |
| <i>Navicula cryptocephala</i> .....                    | 73 | 24,8 |
| <i>Anomoeoneis brachysira</i> .....                    | 30 | 10,2 |
| <i>Navicula bryophila</i> .....                        | 29 | 9,9  |
| <i>N. cari</i> var. <i>angusta</i> .....               | 14 | 4,8  |
| <i>Cymbella raytonensis</i> .....                      | 13 | 4,4  |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> ..... | 12 | 4,1  |
| <i>F. rhomboides</i> .....                             | 7  | 2,4  |
| <i>Surirella linearis</i> .....                        | 7  | 2,4  |
| <i>Cymbella pretoriensis</i> .....                     | 6  | 2,0  |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....  | 4  | 1,4  |
| <i>Navicula gregarioides</i> .....                     | 4  | 1,4  |
| <i>Achnanthes microcephala</i> .....                   | 3  | 1,0  |
| <i>Cymbella transvaalensis</i> .....                   | 3  | 1,0  |
| <i>Pinnularia microstauron</i> .....                   | 3  | 1,0  |
| <i>P. gibba</i> .....                                  | 2  |      |
| <i>P. viridis</i> .....                                | 1  | 1,0  |

Das unbewegte Wasser wird hier durch die verschwindend kleine Anzahl rheophiler Elemente angedeutet. Auf Grund der in diesen Materialen gesehenen Assoziationen ist es als sehr wahrscheinlich anzunehmen, dass *Frustulia rhomboides* nicht und ihre Varietät *saxonica* dagegen wohl mesotypisch oder eurytypisch rheophil ist. Die grosse Anzahl der hier gesehenen Formen ist auch ein Zeichen für den mesotypischen und eurytypischen Charakter des Fundorts.

XIV. Ein kleiner, schnell fliessender Abschnitt des „vlei“. Das Material besteht hauptsächlich aus einem zwischen den Fäden der *Oscillatoria amphibia* hängen gebliebenen Detritus.

Dieses Material hat eine THOMASSON-Analyse nicht zugelassen, da es nicht nur sehr viele, ziemlich gleichmässig mit wenigen Individuen vertretenen Formen, aber auch reichlich leere Schalen abgestorbener Diatomeen beherbergt. Abgesehen von diesen verschleppten Elementen, muss hier auch eine autochthone Assoziation vorhanden sein, die aber durch die genannten grösstenteils verdeckt wird. Die häufigsten Arten sind hier die folgenden:

1. *Eunotia alpina* mit Varietät,
2. *E. lunaris* mit Varietät,

3. *Frustulia rhomboides*,
4. *F. rhomboides* var. *saxonica*,
5. *Gomphonema parvulum* mit Varietäten,
6. *Navicula cryptocephala*,
7. *Cymbella gracilis*,
8. *C. transvaalensis*.

Von diesen scheinen *Frustulia rhomboides* und ihre Varietät hier nicht autochthon zu sein, da sie hauptsächlich nur durch Bruchstücke und beschädigte Schalen vertreten sind. Es ist auch zu erwarten, dass man sich auf ähnlichen Standorten — wo nur kurze Abschnitte zur Entwicklung einer rheophilen Assoziation geeignet sind — auf Grund der Korenliste (d.i. einer Liste der gesehenen Schalen) keine Folgerungen über die Ökologie der Arten gestatten kann.

XV. Ein kleiner Wasserfall der Hauptader etwas unterhalb des vorigen Standorts.

Die hier gesehene Assoziation ist der vorigen sehr ähnlich, mit dem Unterschied, dass hier ein Überherrschen der kleinen *Eunotien* (*E. similis* und Varietät, *E. tenella* besonders in ihrer Varietät *densestriata* usw.) und der *Frustulia rhomboides* (mit ihrer var. *saxonica*) festzustellen war. Die *Frustulien* kommen auch hier nur in Form von Schalenbruchstücken vor.

XVI. Eine kleine Seitenquelle des „vlei“. Die Umgebung ist der der Standorte IX, X, XI ähnlich, mit dem Unterschied, dass hier durch *Acacia*-Sträuche der Fundort beschattet wird. Das Material entstammt einer kleinen sandigen Uferböschung, wo das Wasser beinahe stehend und sehr seicht ist.

Die Ähnlichkeit der hier beobachteten Assoziation mit denen der oben angeführten Standorte ist sehr auffallend, da die THOMASSON-Analyse die folgenden Angaben zeitigt:

|                                                        | St  | %    |
|--------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Anomoeoneis serians</i> .....                       | 240 | 65,8 |
| <i>A. brachysira</i> .....                             | 47  | 12,9 |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> ..... | 29  | 7,9  |
| <i>Navicula bryophila</i> .....                        | 20  | 5,5  |
| <i>Pinnularia gibba</i> .....                          | 11  | 3,0  |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestratia</i> .....  | 7   | 1,9  |
| <i>Navicula subtilis</i> .....                         | 5   | 1,4  |
| <i>Cymbella raytonensis</i> .....                      | 1   |      |
| <i>Frustulia rhomboides</i> .....                      | 3   |      |
| <i>C. transvaalensis</i> .....                         | 1   |      |
| <i>Neidium affine</i> .....                            | 1   |      |
|                                                        |     | 6    |
|                                                        |     | 1,6  |

Die sehr sauere (ph = 5,5) Umgebung begünstigt auch hier die Entwicklung einer stenotypisch azidobiontischen Assoziation, die auch durch das massale Vorkommen der *Gymnoziga Brébissonii*,

einer Desmidiacee, gut zum Ausdruck gelangt. Die Diatomeen sind hier beinahe alle mehr oder minder stenotypische Azidobionten, nur in der Florenliste kann man einzelne mehr eurytypische Formen finden. Auf dieser Grundlage sind auch die Behauptungen über die Ökologie der *Pinnularia gibba* zu revidieren, da nach der floristischen Ökologie diese Art „im Süßwasser überall verbreitet und häufig“ wäre. Diese und die Leeufontein-Materialien beweisen es aber tadellos, dass sie sich auch hier mesotypisch azidophil verhält und so muss ich auf dieser Grundlage die Feststellungen JØRGENSENS (1948) befestigen. Als besonders wichtiges Zeichen einer stenotypisch azidobiontischen Umgebung muss ich das Auftreten der *Anomoeoneis zellensis* betrachten, die demzufolge zu den mesothermen Formen zu rechnen ist.

XVII. Unterhalb der oben beschriebenen Quelle. Sandig-lehmige Böschung des Abflusses im tiefen Schatten auf einer Stelle, wo der Abfluss künstlich vertieft wurde. Das Wasser ist beinahe stehend.

Durch das Steigen des pH ist hier die Assoziation gründlich verändert. Die Anwendung der THOMASSON-Methode war hier — schon durch die Beschaffenheit des Standorts — nicht möglich. Die häufigsten Arten zeigen aber deutlich, dass hier mehr die meso- und eurytypischen Arten begünstigt werden. Die häufigsten Arten waren die folgenden:

1. *Navicula cryptocephala*,
2. *Anomoeoneis brachysira*,
3. *Navicula cari* var. *angusta*,
4. *Cymbella gracilis*,
5. *Frustulia rhomboides* var. *saxonica*,
6. *Neidium affine*.

Hier muss noch bemerkt werden, dass die typisch eurytypisch alkalophile, mesotrophalkali *Navicula cryptocephala* in den anderen, hier behandelten Materialien nur selten zu beobachten war, demzufolge benötigt — natürlich — zu ihrem Gedeihen auch diese Art gewisse, leider bisher nicht ausreichend erforschte optimale Bedingungen. Aehnliche Untersuchungen sind wohl schwierig und zeitraubend, die Beurteilung der Ökologie einer Art ist aber auf eine andere Weise nur mit einem wissenschaftlich sehr gefährlichen „Erkenntnisoptimismus“ möglich. Ich will noch aufmerksam machen, dass die *Anomoeoneis serians*, die ganz in der Nähe eine noch so vorherrschende Rolle spielt, auf diesem Standorte nicht mehr zu finden ist, welche Tatsache nicht nur auf eine Stenotypie der *A. serians*, aber auch auf eine mehr eurytypische Azidophilie der *A. brachysira* hindeutet.

XVIII. Etwas unterhalb des vorherigen Standortes, wo aber das Wasser nicht mehr beschattet und höchstens nur 10 cm tief ist,

da hier der Abflussgraben nicht mehr künstlich ausgegraben wurde.

Die Assoziation ist hier wieder durch die beschriebenen Veränderungen der Umgebung tiefgreifend beeinflusst und so entsteht hier eine ganz spezifische, in den bisherigen Standorten nicht gesehene Gemeinschaft, die durch die folgenden THOMASSON-Angaben charakterisiert werden kann:

|                                                        | St  | %    |
|--------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Surirella delicatissima</i> .....                   | 157 | 42,9 |
| <i>Anomoeoneis brachysira</i> .....                    | 106 | 28,9 |
| <i>Navicula bryophila</i> .....                        | 28  | 7,7  |
| <i>Pinnularia gibba</i> .....                          | 20  | 5,5  |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> ..... | 14  | 3,8  |
| <i>Cymbella transvaalensis</i> .....                   | 11  | 3,0  |
| <i>Eunotia flexuosa</i> .....                          | 8   | 2,2  |
| <i>Cymbella gracilis</i> .....                         | 4   |      |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....  | 4   |      |
| <i>Frustulia rhomboides</i> .....                      | 4   |      |
| <i>Navicula cryptocephala</i> .....                    | 3   |      |
| <i>Cymbella pretoriensis</i> .....                     | 2   |      |
| <i>Eunotia similis</i> var. <i>densestriata</i> .....  | 1   | 22   |
| <i>Navicula gregairiodes</i> .....                     | 1   | 6,0  |
| <i>Neidium affine</i> .....                            | 1   |      |
| <i>Pinnularia microstauron</i> .....                   | 1   |      |
| <i>Surirella linearis</i> .....                        | 1   |      |

Am meisten ist hier die grosse Rolle der *Surirella delicatissima* auffallend, die in den bisherigen Standorten mit nur wenigen Exemplaren vertreten war. Es geht hier sicherlich um pH-Veränderungen, da auch das Verschwinden der *Anomoeoneis serians*, die in der kleinen Quelle noch dominierend war und das vollkommene Fehlen der Desmidiacee *Gymnoziga* auf der gleichen Ursache zurückzuführen ist.

XIX. Eine tiefere, aber natürlich vertiefte Stelle des Abflussgrabens der kleinen Quelle (XVI) mit fast gänzlich stehendem Wasser, etwas unterhalb des vorherigen Standorts.

Abgesehen von einer empfindlichen Vermehrung der häufiger vorkommenden Formen, — was sicher auf eine Erhöhung der Eurytype deutet — ist eine Aehnlichkeit mit der vorher besprochenen Assoziation nicht zu leugnen. Die THOMASSON-Angaben beweisen die Richtigkeit dieser Behauptung, wie folgt:

|                                                        | St  | %    |
|--------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Surirella delicatissima</i> .....                   | 190 | 50,3 |
| <i>Anomoeoneis brachysira</i> .....                    | 46  | 12,2 |
| <i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> ..... | 37  | 9,8  |
| <i>Pinnularia gibba</i> und Varietäten .....           | 16  | 4,2  |
| <i>Eunotia tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....  | 10  | 2,7  |

|                                             | St | %   |
|---------------------------------------------|----|-----|
| Neidium iridis und seine Varietäten .....   | 10 | 2,7 |
| Navicula bryophila .....                    | 9  | 2,4 |
| Cymbella raytonensis .....                  | 7  | 1,9 |
| Nitzschia gracilis .....                    | 7  | 1,9 |
| Navicula cryptocephala .....                | 6  | 1,6 |
| Cymbella gracilis .....                     | 5  | 1,3 |
| Pinnularia microstauron .....               | 5  | 1,3 |
| Cymbella transvaalensis .....               | 4  | 1,0 |
| C. ventricosa .....                         | 4  | 1,0 |
| Surirella linearis .....                    | 4  | 1,0 |
| Eunotia similis var. densestriata .....     | 3  |     |
| Navicula cari var. angusta .....            | 3  |     |
| Nyiuidm affine und seine Varietäten .....   | 3  |     |
| Cymbella raytonensis .....                  | 2  |     |
| Frustulia rhomboides .....                  | 2  |     |
| Hantzschia amphioxys var. africana fo. .... | 2  |     |
| Navicula gregarioides .....                 | 2  |     |
| Achnanthes microcephala .....               | 1  |     |
|                                             | 18 | 4,7 |

Hier muss ich wiederholt auf die grosse Aehnlichkeit dieser Assoziation mit der vorherigen und folgenden hindeuten.

XX. Beinahe von der gleichen Stelle, wie Material XIX, aber etwa 5 m entfernt auf der anderen Seite der kleinen, stehenden, vertieften Wasserader.

Dieses Material wurde zur Kontrolle der gefolgten Methode gesammelt und beweist, dass unter gleichen Umständen auch bei den Diatomeen wirklich ganz gleiche Assoziationen entstehen und somit ist es wiederholt festzustellen, dass eine Veränderung der Assoziation auch hier auf eine Veränderung der ökologischen Milieufaktoren hindeutet.

Die THOMASSON-Angaben waren die folgenden:

|                                          | St  | %    |
|------------------------------------------|-----|------|
| Surirella delicatissima .....            | 158 | 40,9 |
| Anomoeoneis brachysira.....              | 73  | 18,9 |
| Frustulia rhomboides var. saxonica ..... | 26  | 6,7  |
| Pinnularia gibba .....                   | 22  | 5,7  |
| Navicula cryptocephala .....             | 11  | 2,8  |
| Eunotia tenella var. densestriata .....  | 10  | 2,6  |
| Cymbella transvaalensis .....            | 9   | 2,3  |
| Neidium iridis .....                     | 9   | 2,3  |
| Navicula gregarioides .....              | 8   | 2,1  |
| Pinnularia microstauron .....            | 8   | 2,1  |
| Cymbella pretoriensis .....              | 7   | 1,9  |
| Navicula bryophila .....                 | 7   | 1,9  |

|                                                           | St | %   |
|-----------------------------------------------------------|----|-----|
| <i>Surirella linearis</i> .....                           | 6  | 1,6 |
| <i>Frustulia rhomboides</i> .....                         | 5  | 1,3 |
| <i>Neidium affine</i> und seine Varietäten .....          | 5  | 1,3 |
| <i>Cymbella gracilis</i> .....                            | 4  | 1,0 |
| <i>Eunotia flexuosa</i> und ihre Varietät .....           | 4  | 1,0 |
| <i>Cymbella ventricosa</i> .....                          | 3  |     |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> var. <i>africana</i> .....    | 3  |     |
| <i>Nitzschia gracilis</i> .....                           | 3  |     |
| <i>Cymbella raytonensis</i> .....                         | 1  |     |
| <i>Eunotia exigua</i> var. <i>triundulata</i> .....       | 1  |     |
| <i>Navicula cari</i> var. <i>angusta</i> .....            | 1  |     |
| <i>N. söhrensis</i> .....                                 | 1  |     |
| <i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangulata</i> ..... | 1  |     |

Die Übereinstimmung der beiden Analysen ist also tadellos, da nur bei den Arten einige Abweichungen vorkommen, die in ihrer Häufigkeit unter den 5% bleiben, wo einige Unsicherheit auch mathematisch zu erwarten ist. Diese Tatsache beweist aber auch die Richtigkeit meiner oft betonten Feststellung, dass die THOMASSON-Methode eine nur beschränkte Anwendbarkeit hat und keinesfalls für die Analyse sehr eurytypischer Assoziationen und noch minder für die Analyse sogenannter „Sammelmaterialien“ geeignet ist, desto mehr, da bei den letzteren die relative Häufigkeit einer Art nicht von den natürlichen Umständen, aber vielmehr von dem Zufall und von dem Sammler selbst abhängig ist.

XXI. Im „vlei“ selbst, aus einem schnell fliessenden Abschnitt mit vielen Cyanophyceen-Fäden, zwischen welchen eine typische Aufschwemmung sich versammelt hatte.

Bei diesem Material ist kaum über eine Assoziation zu sprechen. Die Florenliste beweisst, dass hier Elemente aus allen — ökologisch voneinander grundsätzlich verschiedenen — Teilen des Quellengebietes vorkommen. Wie bereits hervorgehoben, ist die THOMASSON-Zählung in ähnlichen Fällen zwecklos, da hier die autochtonen Assoziationen nicht von den hierzugeschleppten Arten zu trennen ist. Im Material habe ich am häufigsten die kleinen *Eunotien* (*E. exigua*, *E. similis*, *E. tenella* und ihre Varietäten), aber auch auffallend viele Exemplare der *E. alpina* gesehen, ich möchte aber keinesfalls behaupten, dass diese hier am Ort und Stelle gedeihen, da man den aufgezählten Arten doch kaum einen rheophilen Charakter zuschreiben könnte. Die anderen, hier beobachteten Arten sind so gleichmäßig verteilt und mit verhältnismässig wenigen Exemplaren vertreten, dass auch diese keinerlei Folgerungen zulassen. Durch die hier gesehene, sonst sehr seltene *Anomoeoneis zellensis* ist es aber doch sehr wahrscheinlich, dass in diesem Quellsystem ein Fundort

vorhanden sein muss, wo auch diese Art gut gedeihen kann, der aber nicht unter den hier untersuchten zu finden ist.

## XXII. Moosrasen in der Spritzzone der Uferböschung der künstlich vertieften Hauptader.

Die Florenliste dieses Standorts beweist, dass hier sicherlich eine von allen bisherigen abweichende autochthone Assoziation vorhanden sein muss, die aber durch die hiernach geschleppten Individuen anderer Assoziationen nicht nur gestört, grösstenteils aber auch überdeckt wird. Ob die hier gesehenen, sonst in den hier untersuchten Gewässern so seltenen Arten (*Caloneis lepidula*, *Navicula perlata*, *Pinnularia acoricola*, *Rhopalodia gibba* var. *ventricosa* usw.) nun zu autochtonen Assoziationen gehören sollten, oder aber nur durch das Spritzwasser hierher gelangten, konnte ich natürlich nicht mit der nötigen Sicherheit entscheiden.

Die andere Gruppe der hier untersuchten Materialien besteht — wie bereits beschrieben — aus Proben, die ökologisch mehr oder minder als Sammelmaterialien betrachtet werden müssen, wodurch bei diesen die Anwendung der THOMASSON-Zählungen unmöglich ist. Da diese Materialien untereinander eine weitgehende Verwandschaft zeigen, ist es möglich gewesen, die Häufigkeit der Arten auf Grund von Schätzungen miteinander zu vergleichen. Diese Schätzungen habe ich in einer Tabelle zusammengefasst, in welcher die zur Bezeichnung der Häufigkeit gebrauchten Buchstaben die folgende Bedeutung haben:

SH = sehr häufig

H = häufig

ZH = ziemlich häufig

NS = nicht selten

S = nur in vereinzelt vorkommenden Exemplaren vertreten

Die nähere Beschreibung der mit A—F bezeichneten, hier behandelten Fundorte ist:

A. In einer kleinen Pfütze neben dem Bach (pH 6,8).

B. In einem kleinen Bächlein.

C. Kleine Pfützen am Bach (pH 6,8).

D. In einem Wasserbecken. Teilweise künstlich ausgegraben.

E. Aufschwemmung im Bach.

F. Aus den Quellen selbst (pH 6,3).

Die zumindest in einem Material nicht selten vorkommenden Arten sind die folgenden:

|                                       | Materialien: |    |    |    |   |   |
|---------------------------------------|--------------|----|----|----|---|---|
|                                       | A            | B  | C  | D  | E | F |
| 1. <i>Achnanthes lanceolata</i> ..... | —            | —  | —  | ZH | — | — |
| 2. <i>A. microcephala</i> .....       | —            | SH | SH | —  | S | — |

Materialien:

|                                                               | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
|---------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 3. <i>A. minutissima</i> .....                                | H  | S  | S  | NS | —  | —  |
| 4. <i>Anomoeoneis brachysira</i> .....                        | —  | —  | —  | S  | NS | S  |
| 5. <i>A. exilis</i> .....                                     | —  | —  | NS | —  | —  | —  |
| 6. <i>A. serians</i> .....                                    | S  | —  | —  | S  | S  | H  |
| 7. <i>Cymbella amphicephala</i> .....                         | NS | S  | S  | —  | S  | —  |
| 8. <i>C. naviculiformis</i> .....                             | —  | —  | NS | —  | —  | —  |
| 9. <i>C. raytonensis</i> .....                                | —  | —  | —  | —  | S  | NS |
| 10. <i>C. transvaalensis</i> mit ihrer Varietät               | S  | —  | —  | S  | NS | ZH |
| 11. <i>C. ventricosa</i> .....                                | NS | S  | NS | —  | —  | —  |
| 12. <i>Eunotia exigua</i> .....                               | —  | —  | —  | —  | ZH | —  |
| 13. <i>E. flexuosa</i> .....                                  | NS | —  | S  | —  | S  | S  |
| 14. <i>E. monodon</i> var. <i>maior</i> mit ihrer Form .....  | —  | —  | —  | S  | S  | NS |
| 15. <i>E. pectinalis</i> .....                                | SH | H  | S  | S  | —  | —  |
| 16. <i>E. pectinalis</i> var. <i>minor</i> .....              | NS | —  | H  | S  | S  | —  |
| 17. <i>E. tenella</i> var. <i>densestriata</i> .....          | —  | S  | NS | S  | —  | SH |
| 18. <i>E. veneris</i> .....                                   | S  | —  | —  | —  | NS | S  |
| 19. <i>Frustulia rhombooides</i> .....                        | ZH | NS | S  | S  | S  | NS |
| 20. <i>F. rhombooides</i> var. <i>saxonica</i> .....          | ZH | NS | NS | S  | NS | H  |
| 21. <i>Gomphonema constrictum</i> mit Varietäten .....        | NS | S  | S  | —  | —  | —  |
| 22. <i>G. gracile</i> .....                                   | NS | —  | S  | S  | NS | —  |
| 23. <i>G. pravulum</i> mit seinen Varietäten                  | NS | S  | NS | S  | —  | —  |
| 24. <i>Navicula bryophila</i> .....                           | —  | —  | —  | S  | S  | SH |
| 25. <i>N. cari</i> var. <i>angusta</i> .....                  | —  | —  | S  | S  | NS | —  |
| 26. <i>N. cryptocephala</i> mit ihren Varietäten .....        | NS | H  | H  | S  | ZH | —  |
| 27. <i>N. minima</i> .....                                    | —  | —  | —  | SH | —  | —  |
| 28. <i>N. radiosa</i> mit ihrer Varietät .....                | NS | ZH | S  | —  | —  | —  |
| 29. <i>Pinnularia gibba</i> .....                             | —  | —  | —  | S  | S  | NS |
| 30. <i>P. viridis</i> .....                                   | —  | —  | S  | —  | —  | NS |
| 31. <i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>pseudogibberula</i> ..... | —  | —  | —  | H  | —  | —  |
| 32. <i>Surirella delicatissima</i> .....                      | —  | —  | S  | —  | S  | ZH |
| 33. <i>S. gracilis</i> .....                                  | —  | —  | —  | —  | —  | ZH |
| 34. <i>S. linearis</i> .....                                  | S  | —  | S  | S  | S  | NS |
| 35. <i>S. modesta</i> .....                                   | —  | NS | —  | —  | —  | —  |
| 36. <i>S. ovata</i> var. <i>pinnata</i> .....                 | ZH | —  | —  | —  | —  | —  |
| 37. <i>Synedra ulna</i> .....                                 | NS | —  | S  | —  | —  | —  |
| 38. <i>Tabellaria flocculosa</i> .....                        | SH | NS | NS | H  | SH | SH |

Eine tabellarische, auf Schätzungen gegründete Zusammenfassung ist wohl ökologisch nur in einem sehr beschränkten Masse

brauchbar und besonders im Falle ähnlicher Sammelmaterialien möglicherweise auch irreführend. In diesem Falle scheint es aber doch ganz deutlich zu sein, dass das Material Nr. F aus einem Milieu mit dem niedrigsten und Nr. D mit dem höchsten pH herstammt, ausserdem ist sicher auch die Pfütze, aus welcher Material D entstammt, am meisten eurytypisch. Es ist hier noch zu bemerken, dass *Tabellaria flocculosa* deutlich nur in mässig saueren Gewässern zu gedeihen scheint, da sie hier wohl ausserordentlich reichlich, in den Rayton-Materialien aber überhaupt nicht vorkommt. Es ist noch das Verhalten der eurytypisch „indifferenten“ Arten *Achnanthes lanceolata*, *A. minutissima*, *Navicula minima* und *Rhopalodia gibba* var. *pseudogibberula* hervorzuheben, die nur in den neutralen oder beinahe neutralen Gewässern des Fundorts D, dort aber sehr reichlich zu finden waren. Da *Tabellaria flocculosa* auch hier häufig ist, kann ich sie kaum für eine stenotypisch (vgl. JØRGENSEN 1948), vielmehr für eine eurytypisch azidophile Art halten.

Auf Grund der Tabelle ist eine mehr oder minder stenotypische Azidophilie der Arten *Anomoeoneis serians*, *Cymbella transvaalensis* mit ihrer Varietät, *Eunotia tenella* var. *densestriata*, *Navicula bryophila*, *Surirella delicatissima* und *S. gracilis* auch hier gut bewiesen, die nur im Material F eine reichlichere Entwicklung zeigen.

Weitere ökologische Folgerungen lassen diese Materialien nicht zu; ich hoffe aber diese lückenhaften Angaben durch die Bearbeitung der in der Zwischenzeit (September) gesammelten Frühlingsmaterialien ergänzen zu können.

Wie es in den vorhergehenden Auseinandersetzungen vielfach betont wurde, man kann den eury- oder stenotypischen Charakter einer Assoziation annähernd gut auch aus der Anzahl der in dieser enthaltenen Arten und Varietäten ableiten, vorausgesetzt, dass die Präparation und Untersuchung immer nach derselben und überhaupt nach einer zuverlässlichen Methode geschah. In den hier behandelten Materialien habe ich die Anzahl der gefundenen Formen in der folgenden Tabelle zusammengestellt (das Material XI ist aber, wie bereits beschrieben, grösstenteils verloren gegangen, und so ist diese Angabe unbrauchbar):

|            |    |
|------------|----|
| I .....    | 64 |
| II .....   | 27 |
| III .....  | 54 |
| IV .....   | 61 |
| V .....    | 42 |
| VI .....   | 57 |
| VII .....  | 29 |
| VIII ..... | 13 |

|                 |      |
|-----------------|------|
| IX . . . . .    | 16   |
| X . . . . .     | 26   |
| XI . . . . .    | (12) |
| XII . . . . .   | 16   |
| XIII . . . . .  | 28   |
| XIV . . . . .   | 48   |
| XV . . . . .    | 40   |
| XVI . . . . .   | 18   |
| XVII . . . . .  | 26   |
| XVIII . . . . . | 24   |
| XIX . . . . .   | 32   |
| XX . . . . .    | 33   |
| XXI . . . . .   | 42   |
| XXII . . . . .  | 40   |
| A . . . . .     | 50   |
| B . . . . .     | 32   |
| C . . . . .     | 62   |
| D . . . . .     | 49   |
| E . . . . .     | 46   |
| F . . . . .     | 36   |

Da die Materialien A—F — wie gesagt — Sammelmaterialien sind, ist bei diesen die Bedeutung einer solchen Vergleichung viel geringer.

Hier sei noch bemerkt, dass ich, nach der hier folgenden Aufzählung, in den angeführten Materialien zusammen 194 Diatomeen-Arten, Varietäten und Formen beobachten konnte.

Von diesen kommen 73 Formen sowohl in Rayton als auch in Leeufontein,

65 Formen nur in Rayton und

56 Formen nur in Leeufontein vor.

Alle anderen Angaben und Einzelheiten sind aus der hier folgenden Florenliste ersichtlich, in welcher ich die Standorte ebenfalls mit den bisher schon gebrauchten römischen Ziffern (Rayton-vlei) oder grossen Buchstaben (Leeufontein) bezeichnet habe und wo ich auch meine Bemerkungen über die Systematik, Entwicklungsgeschichte und Zytologie der Arten und die Beschreibung der neuen Formen mitteile.

1. *Achnanthes coarctata* BRÉB. — C, D.
2. *A. exilis* KG. — VIII.
3. *A. lanceolata* BRÉB. — D.
4. *A. microcephala* KG. — I, III, IV, V, VI, VII, X, XIII, XIV, XV, XVII, XIX, XX, XXI; B, C, E.
5. *A. minutissima* KG. — VIII, X, XI, XXII; A, B, C, D.

6. *A. minutissima* KG. var. *cryptocephala* GRUN. — A.

7. *Anomoeoneis brachysira* (BRÉB.) CL. — I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; D, E, F. — Ich habe schon einmal darauf hingewiesen (vgl. CHOLNOKY 1929), dass ich das durch HUSTEDT gefolgte System der Gattung *Anomoeoneis* (z.B. in HUSTEDT-PASCHER 1930) nicht für glücklich halten kann, da man auf diese Weise Formen



2. *Anomoeoneis exilis* (KG.) CL.; 3. *A. serians* (BRÉB.) CL.; 4—6. *A. zellensis* (GRUN.) CL. var. *linearis* HUST.; 7—8. *Caloneis lepidula* (GRUN.) CL.; 9. *Cymbella amphicephala* NAEG.; 10. *C. gracilis* (RABH.) CL.; 11—12. *C. Mesiana* n. sp.; 13. *C. perpusilla* A. CL. — Vergr. 2000/1.

nebeneinander stellen muss, die sicher nichts miteinander zu tun haben. Eben auf Grund der Prinzipien HUSTEDTS (1937), der die Diatomeen natürlich als lebende Wesen betrachten will, ist die Verbindung von zwei nicht nur ökologisch, aber auch morphologisch so verschiedenen Arten, wie *A. brachysira* und *A. serians* (ebenso, als die von *A. sphaerophora* und *A. sculpta*) nicht gerechtfertigt. — Die Ökologie der Art zeigt es deutlich, dass sie keine niedrigen Temperaturen, desto mehr aber niedrige pH's verlangt und damit ist ihre reichliche Verbreitung in diesen Gewässern gut erklärlich. Die an sich schon gänzlich unverständliche Angabe „nordisch-alpin“ ist hier sicher unrichtig. Die Art ist nicht besonders stark stenotypisch azidophil und eurytypisch mesotherm, da in diesen Gewässern eine Stenothermie gänzlich ausgeschlossen ist.

8. *A. exilis* (KG.) CL. — I, III, XIV; C — Das viel spärlichere Vorkommen dieser Art deutet wahrscheinlich auf ihre höhere Alkaliphilie hin. Diese ist wahrscheinlich die Ursache, dass sie durch JØRGENSEN (1950) auf Laesø so reichlich gefunden wurde, wo die *A. brachysira* die seltener Art war. — Im Material I habe ich auch sehr kleine Individuen gesehen, die kaum 13  $\mu$  Länge erreicht haben. So ein Exemplar wurde auf der Abb. 2 dargestellt.

9. *A. serians* (BRÉB.) CL. — II, III, VIII, IX, X, XI, XVI, XX, XXI; A, D, E, F — Die Art ist mehr stenotypisch azidobiontisch, als *A. brachysira* und darum kommt sie rhythmisch in einer grossen Anzahl in den kleinen Quellen des Rayton-vlei's vor. In den Materialien XX und XXI ist sie sehr selten, so dass sie hier wahrscheinlich zu den hierhin geschleppten Arten gehört. Die Art zeigt auch thermisch eine gewisse Stenotypie (aber nicht stenotherm, sondern stenotypisch mesotherm), so dass hier der Ausdruck „nordisch-alpin“ vollkommen irreführend und auch falsch ist. In den polaren, subpolaren und alpinen Regionen sind die Standorte mit einem niedrigen pH viel häufiger, wodurch ähnliche ziemlich oberflächlich gefällte ökologische Behauptungen verständlich sind. — Die hier gesehenen Exemplare sind im allgemeinen spitzer und auch mit mehr konkaven Seitenlinien, als die in Europa vorkommenden. Da ich die geringfügigen, aber doch charakteristischen Unterschiede kaum umschreiben könnte, habe ich ein Exemplar aus dem Material VIII auf der Abb. 3 dargestellt und bemerke, dass alle hier gesehenen Individuen ganz ähnlich gebaut waren. Es ist allerdings noch zu bemerken, dass ich niemals einen Übergang nach *A. brachysira* entdecken konnte.

10. *A. zellensis* (GRUN.) CL. var. *linearis* HUST. — VI, VII, XVI, XXI — Eine sicherlich nur durch ihre stenotypisch azidobiontische Ökologie als „nordisch-alpin“ beschriebene Art. Wahrscheinlich ist sie auch in der Hinsicht des thermischen Faktors mehr steno-

typisch, so dass sie hier nur durch wenige Exemplare vertreten wird und in den Leeufonteinmaterialen gänzlich fehlt. Die Art wurde bisher nur sehr selten beobachtet (besonders diese Varietät, die hier der Vertreter der Art zu sein scheint) und so habe ich drei gesehene Exemplare auf den Abb. 4—6 dargestellt und bemerke, dass die Struktur in Phasenkontrast besonders deutlich zu beobachten ist.

11. *Caloneis bacillum* (GRUN.) MERESCHK. — I, II, XXII; B, C, D — Im Material D habe ich mehrere Individuen gesehen, die eigentlich zu der var. *lancettula* (SCHULTZ) HUST. hinüberleiten. — Ich bin dessen sicher, dass unter diesem Namen mehrere Genotypen — die miteinander eigentlich nicht viel zu tun haben — vereinigt sind.

12. *C. lepidula* (GRUN.) CL. — XIV, XXII — Die Art ist wahrscheinlich stenotypisch azidobiontisch und darum wurde auch diese öfter in dem Hochgebirge gefunden. Die Richtigkeit der Angabe QUINT's aus Budapest (angeführt auch durch HUSTEDT 1930) muss ich leider bezweifeln, da ich Gelegenheit hatte, seine Präparata zu untersuchen, in welchen ich keine Diatomee finden konnte, die ich mit *C. lepidula* identifizieren könnte. Da diese Form bisher nur ausserordentlich selten gesehen wurde, habe ich auf den Abb. 7 und 8 aus beiden Materialien je ein Exemplar dargestellt. Ich halte es allerdings nicht für ausgeschlossen, dass die Art ein Aerophyt ist. Hier muss allerdings auch bemerkt werden, dass im Phasenkontrast — aber nur im Phasenkontrast — die beiden Längsstreifen sichtbar sind.

13. *C. silicula* (E.) CL. f. *curta* (GRUN.) HUST. — C.

14. *Cymbella aequalis* W. SM. — A.

15. *C. amphicephala* NAEG. — A, B, C, E — In dem Material C habe ich ausser den normalen auch sehr kurze Exemplare gesehen — z.B. 20,5  $\mu$  lang, 6  $\mu$  breit und mit 12 Streifen in 10  $\mu$  — von denen eins auf der Abb. 9 dargestellt wurde. Die Pole der kleinen Exemplare sind oft ungleich entwickelt.

16. *C. delicatula* KG. — XXII.

17. *C. gracilis* (RABH.) CL. — I, III, IV, VI, VII, X, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXII; A, B, C — In diesen Materialien habe ich oft auch sehr kleine Exemplare gesehen, die mit den mir bekannten Diagnosen keinesfalls in Übereinstimmung sind, wohl aber doch hierher gehören. Ein so kleines Exemplar aus dem Material XVII wurde auf der Abb. 10 dargestellt. — Die Bezeichnung, dass diese Art in „den Gebirgen“ verbreitet wäre, ist gänzlich unhaltbar. JØRGENSEN (1948) beschreibt die Form für eine mässig azidophile, die er sicher nicht im Gebirge gefunden hatte. Mehr oder minder azidophil.

18. *C. Mesiana* n. sp. — A, B, C, D, E — Die Art ist sicher mit keiner bisher bekannten *Cymbella* zu vereinigen. Die Umrisse er-

innern oberflächlich wohl etwas an *C. gracilis*, wie es aber auch durch die Figuren gezeigt wird, ist besonders der Verlauf der Ventraleite davon gänzlich abweichend. Die Endknoten stehen auch hier von den Polen entfernt, demzufolge sind die Polspalten lang. Die Enden der Schalen sind vorgezogen, aber nicht so ausgeprägt, wie bei *C. gracilis*, ventralwärts gebogen. Die Streifung ist sehr deutlich quer-gestreift und der mittlere Streifen trägt in der Nähe des Zentral-knotens auf der *dorsalen* Seite einen deutlichen *Porus*, der diese Art eigentlich in die Gruppe der *C. sinuata* und *C. amphioxys* verweisen würde, von denen sie aber grundsätzlich abweicht. Bei den vielen tausenden gesehenen Exemplaren habe ich immer nur einen einzigen, allerdings einen sehr ausgeprägten Porus beobachtet. Die Variation ihrer Abmessungen ist ziemlich gross, aber doch nicht grösser, als bei anderen ähnlichen *Cymbellen*, da ihre Länge 25—60  $\mu$  ihre Breite 4,5—9  $\mu$  ist. Die Art hat 10—12 Streifen in der Mitte der Dorsalseite und etwa 15—17 in der Nähe der Pole in 10  $\mu$ . Die Axialarea ist ziemlich eng, in der Mitte nur wenig lanzettlich erweitert. Nach den neuesten und sehr begreiflichen Forderungen HUSTEDTS (1952) ist diese Beschreibung für eine Diagnose sicher ausreichend. — Ich benenne diese Art nach dem Namen von Frau Prof. M. G. Mes, die diese Proben für mich gesammelt hat. — Abb. 11—12.

19. *C. microcephala* GRUN. — D.
20. *C. naviculiformis* AUERSW. — C.
21. *C. perpusilla* A. CL. — V, VI; F — Diese Form wird wahrscheinlich durch spezifische ökologische Faktoren an einen Standort gebunden, die bisher leider noch nicht deutlich geklärt sind. Ich habe hier neben den typischen, auch etwas von den Diagnosen abweichende Exemplare gesehen, von denen eins auf der Abb. 13 dargestellt wurde.
22. *C. pretoriensis* n. sp. — III, VII, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XIX, XX; F — Eine typische *Cymbella*-Form dieser Gewässer, die sicher an einen niedrigen pH gebunden ist. Die Länge der Schalen variiert zwischen 16 und 22  $\mu$ , sie sind 3—4  $\mu$  breit und haben an der Dorsalseite 14—16 Streifen in 10  $\mu$ , die polwärts nur etwas enger stehen. Die Schalen sind lanzettlich, die Pole mehr oder minder vorgezogen. Die Axialarea ist eng und in der Mitte nur wenig lanzettlich erweitert. Die Raphespalten sind nicht ganz gerade, die Biegung und Form dieses Organs ist auf den Figuren ersichtlich. Die Streifen sind grob punktiert, über die ganze Schale radial gestellt. — Die Art ist wahrscheinlich stenotypisch azidophil aber eurytypisch mesotherm. — Abb. 14—16.
23. *C. pretoriensis* n. sp., n. f. *subcapitata* — XIII, XIV; — In diesen Materialen habe ich auch sehr atypische Exemplare gesehen,

deren Enden mehr kopfig vorgezogen waren. Übrigens stimmen auch diese Individuen mit der obigen Beschreibung überein. Nach der üblichen Systematik habe ich es nötig gefunden, diese Exemplare vom Typus abzutrennen, obzwar sie damit durch lückenlose Übergänge verbunden sind. — Abb. 17—18.

24. *C. raytonensis* n. sp. — I, II, III, IV, VI, VII, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XIX, XX, XXI, XXII; E, F — Die Schalen



14—16. *Cymbella pretoriensis* n. sp.; 17—18. *C. pretoriensis* n. sp., n. f. *subcapitata*; 19—21. *C. raytonensis* n. sp.; 21—23. *C. transvaalensis* n. sp.; 24. *C. transvaalensis* n. sp., n. var. *maior*; 25—27. *Eunotia alpina* (NAEG.) HUST. n. var. *africana*. — Vergr. 2000/1.

sind nur wenig unsymmetrisch und die Raphe kaum exzentrisch. Die beiden Rapheäste verlaufen in einem leichten Bogen, die Zentralporen sind mässig voneinander entfernt, die Endporen den Schalenenden genähert. Die Axialarea ist mässig weit, lanzettlich, um den Mittelknoten, besonders an der Dorsalseite, lanzettlich erweitert. Länge 20—35  $\mu$ , Breite 3,5—6  $\mu$ . Die Streifung ist ziemlich grob, an der Dorsalseite 10—12 (meistens 11) in 10  $\mu$ , an der Ventralseite und polwärts etwas enger werdend. Die Streifen sind deutlich quer liniert, etwa 30 Linien in 10  $\mu$ , sie stehen in der Mitte leicht radial, nur der letzte, manchmal auch der vorletzte Streifen verläuft konvergent. — Wie es aus dem ökologischen Teil dieser Auseinandersetzungen ersichtlich ist, ist die Art in diesen Gewässern ziemlich häufig. Ihre Ökologie stimmt in grossen und ganzen mit der der *C. pretoriensis* und *C. transvaalensis* überein, ihre Stenotypie ist aber wahrscheinlich geringer, wodurch auch ihre grosse Häufigkeit erklärliech wäre. — Abb. 19—21.

25. *C. transvaalensis* n. sp. — I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI; A, D, E, F — In ihrer Form erinnert diese Art an *C. delicatula*, von der sie aber grundsätzlich verschieden ist. Die Schalen sind nur wenig, aber doch deutlich unsymmetrisch lanzettlich, die Raphe liegt in der Achse und die Rapheäste sind zierlich gebogen. Die Polspalten sind gerade, die Endknoten nicht besonders weit von den Polen entfernt und die Zentralporen sind einander mässig genähert. Die Axialarea ist mässig weit, lanzettlich, in der Mitte nur an der Dorsalseite etwas verbreitert. Ihre Länge ist 32—50 (meistens um 40  $\mu$ ), Breite 5—7 (meistens 6)  $\mu$ . Die Streifung ist viel gröber, als bei *C. delicatula*, da hier an der Dorsalseite 13 Streifen in 10  $\mu$  zu finden sind. Diese Anzahl variiert nur sehr unbedeutend. Die Streifen stehen radial und sind aus feinen, apikal verlängerten Punkten aufgebaut. Die Anzahl der Punkte ist in den mittelsten Streifen 28—30 in 10  $\mu$ . — Die grosse Verbreitung und Häufigkeit dieser sicher azidophilen Art deutet auf eine nicht besonders hohe Stenotypie hin. In diesen Gewässern ist sie allerdings eine der Charakterformen. Hier muss ich auch darauf aufmerksam machen, dass sie in den Materialien XV und XXII nicht aufgefunden wurde, so dass sie die schnell fliessenden Abschnitte und die aerophytische Umgebung zu meiden scheint. — Abb. 22—23.

26. *C. transvaalensis* n. sp., n. var. *maior* — II, III, XIII, XVIII, XIX; D, F — In den hier angeführten Materialien habe ich manchmal ziemlich viele Exemplare gefunden, die in ihrem Habitus wohl mit der Spezies übereinstimmten, die aber grösser, gröber gebaut und weiter gestreift waren. Die Länge dieser Formen beträgt meistens 48—60  $\mu$ , ihre Breite 6—7  $\mu$  und an ihrer Dorsalseite sind meistens

nur 11 (selten 12) Streifen in 10  $\mu$ . Die Struktur der Streifung stimmt mit der des Typus überein. Es ist ziemlich auffallend gewesen, dass bei diesen Exemplaren die letzten Streifen neben dem Endknoten mehr oder minder konvergent verlaufen. Die Axialarea ist hier ziemlich weit, auch in der Mitte deutlicher erweitert. — Es wäre sicher verfehlt, in diesen Fällen über „Erstlingschalen“ zu sprechen, da ich die betreffende Materialien ausnahmslos auch lebend untersucht habe, aber niemals eine Auxosporenbildung finden konnte. Die grosse Anzahl der gesehenen Individuen schliesst diese Annahme ebenfalls aus. Uebergänge sind zumindest in diesen Materialien nicht vorhanden. — Die Ökologie der Varietät stimmt mit der des Typus überein. — Abb. 24.

27. *C. turgida* (GREG.) CL. — VI, XV — Neben den ganz normalen konnte ich besonders im Material VI auch auffallend kleine Exemplare (z.B. mit nur 25  $\mu$  Länge) beobachten.

28. *C. ventricosa* KG. — I, III, IV, V, VI, X, XIII, XIV, XVII, XIX, XX, XXI; A, B, C.

29. *Diploneis subovalis* CL. — I, IV, V; A.

30. *Eunotia alpina* (NAEG.) HUST. — VI, XIV, XXI; E, F.

31. *E. alpina* (NAEG.) HUST. n. var. *africana* — X, XIV, XV, XXI; C, E — Die Form und Habitus dieser Exemplare stimmt wohl ziemlich gut mit den mir bekannten Abbildungen und Beschreibungen der Spezies überein, sie sind aber nur 25—35 (—40)  $\mu$  lang und meistens nur 2  $\mu$  breit. Die Streifung ist dicht, minimal 24, maximal aber 26—28 in 10  $\mu$ . Ich habe auch kleinere Individuen gesehen (eine von diesen wurde auf der Abb. 27 dargestellt), die aber nur sehr vereinzelt vorgekommen sind und so konnte ich hier die Frage der Zugehörigkeit nicht entscheiden, umso mehr, da ich keine Übergänge konstatieren konnte. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass diese kleinen *Eunotien* besser in einem anderen Formenkreis einzuteilen wären. — Abb. 25—26.

32. *E. arcus* E. var. *uncinata* GRUN. — VII.

33. *E. bidentula* W. SM. — IV; F — Im Material F habe ich neben den normalen auch auffallend kleine, aber sicher hierher gehörige Exemplare gesehen, von denen ich eins auf der Abb. 28 dargestellt habe. Bei diesen ist auch die Streifung etwas dichter (bis 16 in 10). — Die Art ist sicher ein Azidobiont, sie ist aber nicht an besonders niedrige Temperaturen gebunden.

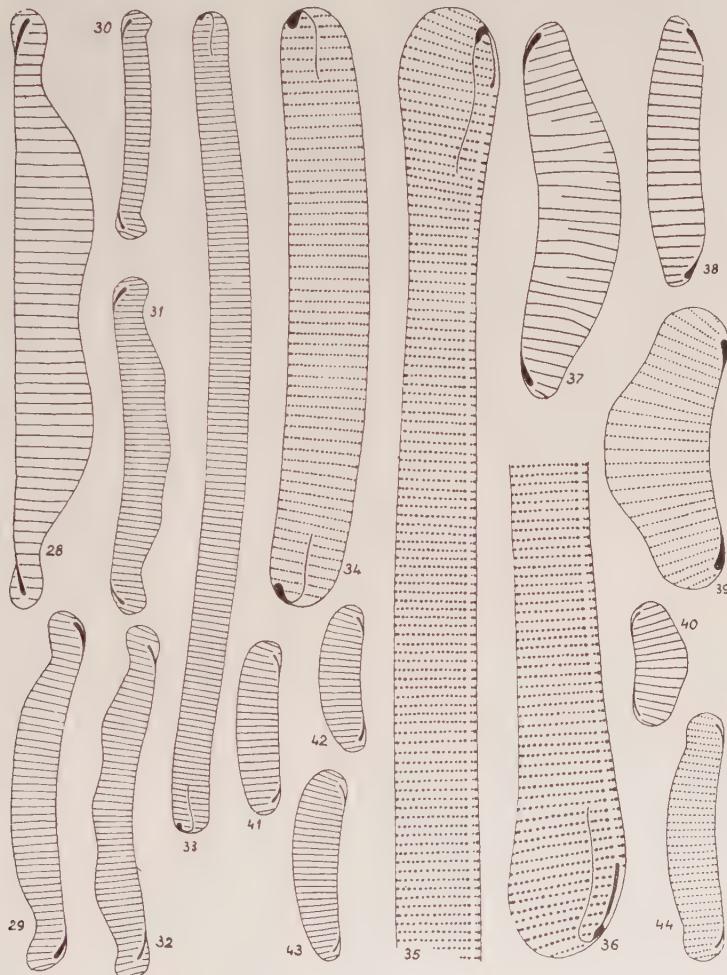
34. *E. convexa* HUST. f. *impressa* HUST. — I — Die gesehenen Exemplare sind etwas dichter gestreift, als es in der Diagnose dieser neu entdeckten Art (HUSTEDT, 1952) beschrieben wurde, da ich meistens 12, manchmal selbst 13 Streifen in 10  $\mu$  gefunden habe.

35. *E. diodon* E. — I, V.

36. *E. exigua* (BRÉB.) GRUN. — IV, VI, XII, XIV, XXI; E. —

In den Materialien XII und XXI habe ich unter den normalen auch eigentümliche Formen gesehen, die aber sonst mit den Beschreibungen gut übereinstimmen. Von diesen stellen die Abb. 29—30 zwei Schalen dar.

37. *E. exigua* (BRÉB.) GRUN. n. var. *triundulata* — IV, V, VI,



28. *Eunota bidentula* W. SM.; 29—30. *E. exigua* (BRÉB.) GRUN.; 31—32. *E. exigua* (BRÉB.) GRUN. n. var. *triundulata*; 33—34. *E. flexuosa* KG. n. var. *transvaalensis*; 35—36. *E. Mesiana* n. sp.; 37. *E. pectinalis* (KG.) RABH. var. *minor* (KG.) RABH.; 38. *E. pectinalis* (KG.) RABH. var. *minor* (KG.) RABH. f. *intermedia* KRASSKE; 39. *E. porcellus* n. sp.; 40. *E. porcellus?* n. sp.; 41—43. *E. raytonensis* n. sp.; 44. *E. similis* HUST. n. var. *densestriata*. — Vergr. Abb. 33 = 1000/1, bei den übrigen 2000/1.

VII, XII, XX; A, D, E, F. — Die Form hat einen deutlich dreiweligen Dorsalrand. Die Streifung ist meistens ziemlich dicht, vielfach auch dichter, als es bisher angegeben wurde (bis 26, ausnahmsweise bis 27—28 in 10  $\mu$ ). — Die Art und ihre Varietät scheinen stenotypisch azidobiontische Milieus zu meiden. — Abb. 31—32.

38. *E. flexuosa* KG. — I, II, III, V, VI, VII, X, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI; A, C, E, F. — Die gesehenen Exemplare sind meistens nicht so dicht gestreift, als es in den Diagnosen angegeben wird (und in Europa allgemein ist). Ich konnte oft Exemplare mit nur 12 oder 13 Streifen in 10  $\mu$  beobachten.

39. *E. flexuosa* KG. n. var. *transvaalensis* — IV, V, XVIII, XX, XXI — Unter den normalen, langen Exemplaren — manchmal auch gänzlich isoliert auftretend, wie z.B. im Material IV — konnte ich auch viele kleine bis sehr kleine beobachten, die eine ziemlich isolierte Gruppe zu bilden scheinen. Die Anzahl der Streifen ist auch hier ziemlich niedrig — 12—13 in 10  $\mu$  — und bei den ganz kurzen Exemplaren ist auch die Form der Pole von der der typischen Formen abweichend. — Abb. 33—34.

40. *E. gracilis* (E.) RABH. — A.

41. *E. lunaris* (E.) GRUN. — I, III, IV, V, VI, XIV, XV, XXII; A, F.

42. *E. lunaris* (E.) GRUN. var. *subarcuata* (NAEG.) GRUN. — I, II, IV, XIV, XV; B, C, E — Die Art und ihre Varietät sind nicht stenotypisch azidophil. Der Übergang zwischen den zwei Formen ist in einigen Materialien (z.B. IV und XIV) ganz allmählich.

43. *E. Mesiana* n. sp. — C, D, E. — Die Form gehört in den Formenkreis, den HUSTEDT (1952) in Brasilien entdeckt hatte und zeigt besonders mit der *E. longissima* HUST. eine Verwandschaft, mit der sie aber doch keinesfalls zu vereinigen ist. Die Raphe ist auch hier beinahe ebenso gebaut, nur die Rapheäste sind mehr der Ventralwand genähert. Die Schalen sind beinahe gerade, an den Polen kopfig angeschwollen, gleichmässig abgerundet. Die Anschwellungen einer Schale sind oft nicht ganz gleich gross, wodurch eine schwache Heteropolie entsteht. Die Länge der gesehenen Exemplare ist 120—200 (manchmal bis 220—240)  $\mu$ , die Breite in der Mitte 4—6  $\mu$ . Die Streifung ist auffallend dicht, 16—20 per  $\mu$ , die Punktierung fein und nur im Phaserkontrast deutlich. — Die Art ist sicher stenotypisch azidophil, aber auch meso- oder polytherm. Die Art habe ich nach dem Namen der Sammlerin, Frau Prof. M. G. MES benannt. — Abb. 35—36.

44. *E. monodon* E. — E. — Auf einigen Exemplaren stehen die Streifen etwas dichter, ich habe manchmal 12 in 10  $\mu$  gezählt.

45. *E. monodon* E. var. *maior* (W. SM.) HUST. — F.

46. *E. monodon* E. var. *maior* (W. SM.) HUST. fo. *bidens* (W. SM.)

HUST. — D, E, F. — Besonders im Material D habe ich mehrere eigenartige Exemplaren gesehen, von denen ich eins auf der Abb. 37 dargestellt habe. Es ist hier auch die ungleichmässige, unregelmässige Punktierung der Streifen zu beachten.

47. *E. monodon* E. var. *maior* (W. SM.) HUST. n. f. *undulata* — D, F. — Neben den „*bidens*“-Exemplaren kommen in den angeführten Materialien auch Individuen mit 4, manchmal mit 6 Buckeln vor, sonst entsprechen auch diese vollkommen den „*bidens*“-Formen. — Auf Grund dieses Vorkommens muss ich die Art und ihre Formen für eine mässig stenotypisch azidophile und sicher meso- oder eurytherme halten und so ist die Erklärung für ein häufigeres Vorkommen nicht die niedrige Temperatur, aber vielmehr das niedrige pH. JØRGENSEN (1948) hat ähnliche Beobachtungen in Dänemark.

48. *E. pectinalis* (KG.) RABH. — IX, XIV, XV, XXI; A, B, C, D.

49. *E. pectinalis* (KG.) RABH. var. *minor* (KG.) RABH. — I, XIV, XXI; A, C, D, E.

50. *E. pectinalis* (KG.) RABH. var. *minor* (KG.) RABH. f. *impressa* (E.) HUST. — VI;

51. *E. pectinalis* (KG.) RABH. var. *minor* (KG.) RABH. f. *intermedia* KRASSKE — VI; D, E. — Diese kleine Form wurde bisher nur selten beobachtet, darum habe ich eins der hier gesehenen Exemplare auf der Abb. 38 dargestellt, mit der Bemerkung, dass zur befriedigenden Feststellung der Zusammengehörigkeit dieser Formen, die jetzt nur auf Grund rein morphologischer Aehnlichkeit der Phänotypen angenommen wird, Kulturversuche im Sinne GEITLERS (1932) unerlässlich sind.

52. *E. pectinalis* (KG.) RABH. var. *undulata* (RALFS) RABH. — IV, VI, XV; D.

53. *E. porcellus* n. sp. — VI. — Die Form gehört vielleicht zum Formenkreis der *E. pectinalis*, *E. sudetica* und *E. kocheliensis*, mit denen sie aber doch nicht zu vereinigen ist. Die Form der Schale und die Position des Endknotens schliessen die zwei letzteren unmittelbar aus und eine Verbindung ist mit *E. pectinalis* auf Grund der Schalenumrisse und Streifung ebenfalls unmöglich. Die Schalen sind bei *E. porcellus* kurz und verhältnismässig breit, die Schalenenden stumpf und breit, aber deutlich vorgezogen, wodurch eine eigentümliche, konvexe Dorsallinie entsteht. Die Endknoten liegen dem Ventralrand genähert und sind nicht in den Schalenecken. Länge 17—20  $\mu$ , Breite 7  $\mu$ . Die Streifung ist mässig fein, deutlich und regelmässig punktiert, die Streifen stehen aber mehr oder minder unregelmässig, 14—16 in 10  $\mu$ . — Die Form kommt hier nur in einem Material vor und so vermute ich, dass die gesehenen nur verschleppte Exemplare sind. — Abb. 39. — Hier muss noch bemerkt werden, dass ich im Material XV einige sehr kleine *Eunotia-*

Individuen gesehen habe, die nur 7—8  $\mu$  lang und 3  $\mu$  breit waren und in 10  $\mu$  20 Streifen hatten. Ihre Form und Struktur ist sonst der der *E. porcellus* sehr ähnlich. Da ich aber in dieser Probe keine typischen *E. porcellus*-Exemplare finden konnte und auch die Anzahl der gesehenen Individuen sehr gering war, muss ich die Beantwortung der Frage, ob diese kleinen *Eunotien* auch zu der soeben beschriebenen Form gehören sollten, dahingestellt lassen. Jedenfalls habe ich von den kleinen ein Exemplar auf der Abb. 40 dargestellt.

54. *E. praerupta* E. — I, IV.

55. *E. raytonensis* n. sp. — II, IV, V, VI, VII, XIV, XV; C. — Eine für diese Gewässer ziemlich charakteristische, kleine Form, die ich mit keiner mir bekannten *Eunotia* vereinigen konnte. Die Form ihrer Schale ist wenig gebogen, so dass ihre Ventralseite nur wenig konkav ist. Die Dorsalseite läuft mit der ventralen ziemlich parallel, bei einzelnen Exemplaren zeigen aber die zwei Seiten eine Divergenz, so dass asymmetrische, heteropole Exemplare ziemlich häufig sind. Die Pleuralseite kann auch rhomboid sein, ich habe aber auch viele rechteckige gesehen, so dass weder Asymmetrie, noch die rhombische Form als genotypische Merkmale aufzufassen sind. Die Pole der Schalen sind nicht oder kaum vorgezogen, die Endknoten sind dem Ventralrand genähert. Die Streifung ist fein, gleichmäßig und dicht, sehr fein punktiert. Die Abmessungen sind: Länge: 10—15, — meistens 12  $\mu$ , Breite 3—4  $\mu$ , 28 Streifen in 10  $\mu$ . — Eine sicher azidobiontische, mesotherme Art. — Abb. 41—43 (Abb. 43 stellt ein asymmetrisches Exemplar dar).

56. *E. similis* HUST. — III, IV; A. — Eine bisher nur selten beobachtete, in den Tropen und Subtropen, allerdings in einem mehr oder minder azidophilen Milieu, wahrscheinlich weiter verbreitete Art. Die hier gesehenen Exemplare entsprechen vollkommen den mir bekannten Beschreibungen und Abbildungen.

57. *E. similis* HUST. n. var. *densestriata* — III, V, VI, VII, XII, XIX, XX. — Unter diesen Namen habe ich die in den Rayton-Gewässern ziemlich verbreiteten fein gestreiften Formen, die in ihren Umrissen wohl dem Typus völlig ähnlich, meistens aber viel kleiner sind (Länge 13—20  $\mu$ , Breite 3—4  $\mu$ ), zusammengefasst. In 10  $\mu$  sind meistens 24, ausnahmsweise 22—26 Streifen. Nach dem Typus zu — besonders was die Abmessungen betrifft — habe ich auch Übergangsformen gesehen. — Diese Varietät scheint auch mesotherm und ziemlich stenotypisch azidophil zu sein. — Abb. 44.

58. *E. similis* HUST. n. var. *densestriata* n. f. *minima* — XIV, XV. — Da in den angeführten Materialen diese kleinsten, dichter gestreiften Formen gänzlich isoliert vorzukommen scheinen (welche Tatsache die Möglichkeit aber nicht ausschliesst, dass sie nur ökologisch bedingte Phänotypen sind), habe ich es für nötig gehalten, sie von der

typischen Variation abzutrennen. Die gesehenen Exemplare erreichten eine Länge von nur 6—12  $\mu$  und sind 2,5—3  $\mu$  breit. Die Streifung ist ebenfalls dichter, da ich 25—29 Streifen in 10  $\mu$  gefunden habe. Bei den kleinsten Individuen ist auch die Einbuchtung der Dorsalseite ausserordentlich schwach entwickelt oder gänzlich fehlend. — Abb. 45, ein besonders kleines Exemplar.

59. *E. similis* HUST. n. var. *densestriata* n.g. *triundulata* — XII, XIII, XIV, XV, XVIII. — Die Form und Struktur der Schale sind in Übereinstimmung mit der typischen Varietät, besonders mit der der kleineren Exemplaren, die Dorsallinie zeigt aber anstatt zwei, drei mehr oder minder gut ausgeprägte flache Buckel. — Abb. 46.

60. *E. Siolii* HUST. — I, IV, VI, XIV; C. — Die meisten gesehenen Exemplare waren sehr typisch und stimmen mit der Beschreibung HUSTEDTS (1952) völlig überein. Unter diesen konnte ich aber vereinzelt etwas dichter gestreifte Individuen sehen, von denen eins auf der Abb. 47 dargestellt wurde. — Wahrscheinlich meso- oder polytherm, mehr oder minder stenotypisch azidobiontisch.

61. *E. subaequalis* HUST. — B. — Die hier gesehenen Exemplare dieser bisher nur selten beobachteten Art entsprechen vollkommen den mir bekannten Beschreibungen und Abbildungen, ich muss aber hinzufügen, dass die Streifung auch sehr unregelmässig sein kann. Die Strukturelemente sind im Phasenkontrast sehr deutlich zu beobachten. — Abb. 48.

62. *E. tenella* (GRUN.) HUST. — II, III, VI, XXI; D, E.

63. *E. tenella* (GRUN.) HUST. n. var. *densestriata* — I, II, III, VI, VII, IX, X, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; B, C, D, F. — In den vorliegenden Materialen habe ich meistens Exemplare gesehen die wohl, was die Umrissformen betrifft, mit der Art vollkommen übereinstimmen, die aber anstatt 16—20 (meistens 17—18) 26—28 (meistens 28) Streifen in 10  $\mu$  aufweisen. Die Streifung ist nicht nur enger sondern auch feiner die Einzelstreifen fein und undeutlich punktiert. Einige Exemplare sind wohl stark gebogen (besonders die grössten Individuen, z.B. Abb. 49). Unter den normalen kommen denn auch sehr kleine Exemplare vor (bis nur 10  $\mu$ ), die oft kaum vorgezogene Pol: haben. Die Abmessungen dieser Varietät stimmen vollkommen mit denen der Spezies überein. — Sowohl die Art als auch ihre Varietät scheinen mesotherm und mesotypisch azidophil zu sein (vgl. auch JØRGENSEN 1948). — Abb. 49—50.

64. *E. trinacria* KRASSKE — I.

65. *E. Veneris* (KG.) O. M. — A, E, F. — Unter den normalen habe ich auch Exemplare mit einer etwas dichteren Streifung gesehen. Im Material F sind die gesehenen vielen Individuen ausnahmslos klein und schlank, aber auch diese bleiben innerhalb des

Rahmens der mir bekannten Diagnosen. So ein kleines, dicht gestreiftes Exemplar wurde auf der Abb. 51 dargestellt. — In diesen Gewässern kann natürlich keine Sprache von einer Stenothermie sein, desto mehr von azidophilen Umständen, so dass ich die Art für eine eurytherme, aber mesotypisch (?) azidophile halten muss, welche Eigenschaften ihre weitere Verbreitung und ihr Erscheinen „in der Ebene“ gut erklärt.

66. *Fragilaria virescens* RALFS var. *capitata* KRASSKE — F.

67. *Frustulia africana* n. sp. VI, VII, IX, XII; D. — Diese, was die Konturen betrifft, ziemlich veränderliche Form steht zweifellos der Art *F. javanica* HUST. am nächsten, von der sie aber doch grundsätzlich abweicht. Die *F. africana* ist wohl von gleicher Länge, d.i. etwa 75—90  $\mu$  lang, aber viel schlanker, da ihre Breite 10—13, meistens 12  $\mu$  ist. Die Schalen sind schmal-lanzettlich, die Pole breit gerundet, nicht vorgezogen. Die Seitenlinien sind gerade oder mehr oder minder dreiwellig. Zwischen diesen zwei Extremen sind alle Übergänge vorhanden. Die Zentralporen stehen, ebenso wie bei der *F. javanica*, voneinander ziemlich entfernt, d.i. der Zentralknoten ist verlängt. Die Entfernung der Zentralporen zeigt mehr oder minder grosse Schwankungen. Die Endporen der Raphe sind verhältnismässig weit von den Schalenpolen gestellt, wodurch ein langer, rapheloser Abschnitt vor den Polen entsteht. Dementsprechend erreichen auch die Längsleisten die Pole nicht. Die Struktur ist viel feiner, als bei *F. javanica*, da bei *F. africana* 42—44 Transapikalstreifen in 10  $\mu$  vorhanden sind. Die Längsstreifen sind etwas entfernt gestellt, etwa 35—36 in 10  $\mu$ , sie verlaufen in der Nähe des Zentralknotens unregelmässig bogenförmig, sonst ist ihre Lage vollkommen regelmässig. Eine auffallende Eigenschaft, die diese Individuen auch bei geringerer Vergrösserung von anderen hier vorkommenden *Frustulien* ausser der schlanken Form unterscheidet, ist die auffallend starke Verkieselung der Schalen. — Die Art ist wahrscheinlich mehr stenotypisch azidophil, als *F. rhomboides* und ihre var. *saxonica*. — Abb. 52—453.

68. *F. rhomboides* (E.) DE TONI — I, II, III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; A, B, C, D, E, F.

69. *F. rhomboides* (E.) DE TONI var. *saxonica* (RABH.) DE TONI — I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; A, B, C, D, E, F. — Sowohl die Art, als auch besonders ihre Varietät gehören zu den häufigsten Formen dieser Materialien. Ich habe die Unterscheidung der Formen „f. *capitata* (A. M.) HUST.“ und „f. *undulata* HUST.“ unterlassen, da der allmähliche Übergang nach dem Typus alle Möglichkeiten einer Abgrenzung ausschliesst. Ich möchte noch be-

merken, dass ich in einzelnen Materialien, z.B. in dem Nr. XXI oder A, reichlich auch sehr kleine Individuen (nur 30—40  $\mu$  lang) gesehen habe und dass bei diesen, aber auch bei längeren, die Anzahl der Streifen oft auch 40 in 10  $\mu$  erreichen kann. — Ich halte es mit HUSTEDT für sehr wahrscheinlich, dass der Typus mehr eurytypisch und ihre Varietät mehr stenotypisch azidophil ist, obzwar JØRGENSEN (1948) für die Varietät eine höhere pH-Grenze angibt, was nur auf Grund einer Verschleppung erklärlich ist.

70. *Gomphonema constrictum* E. — A.

71. *G. constrictum* E. var. *capitatum* (E.) CL. — B, C. — Im letzteren Material habe ich auch auffallend breite (15—16  $\mu$ ) Exemplare gesehen.

72. *G. gracile* E. — I, III, IV, V, XIV, XV, XXI, XXII; A, C, D, E. — In manchen Rayton-Materialien habe ich auch sehr kleine, kaum 30  $\mu$  erreichende Exemplare gesehen.

73. *G. intricatum* KG. var. *pumilum* GRUN. — I, III, V, XV, XXII.

74. *G. longiceps* E. var. *subclavatum* GRUN. f. *gracile* HUST. — A.

75. *G. parvulum* (KG.) GRUN. — I, V, XIV, XV, XXI; B, C.

76. *G. parvulum* (KG.) GRUN. var. *lagenulum* (GRUN.) HUST. — I, IV, V, VI, VII, X, XIV, XXI; A, B, D.

77. *G. parvulum* (KG.) GRUN. var. *micropus* (KG.) CL. — B.

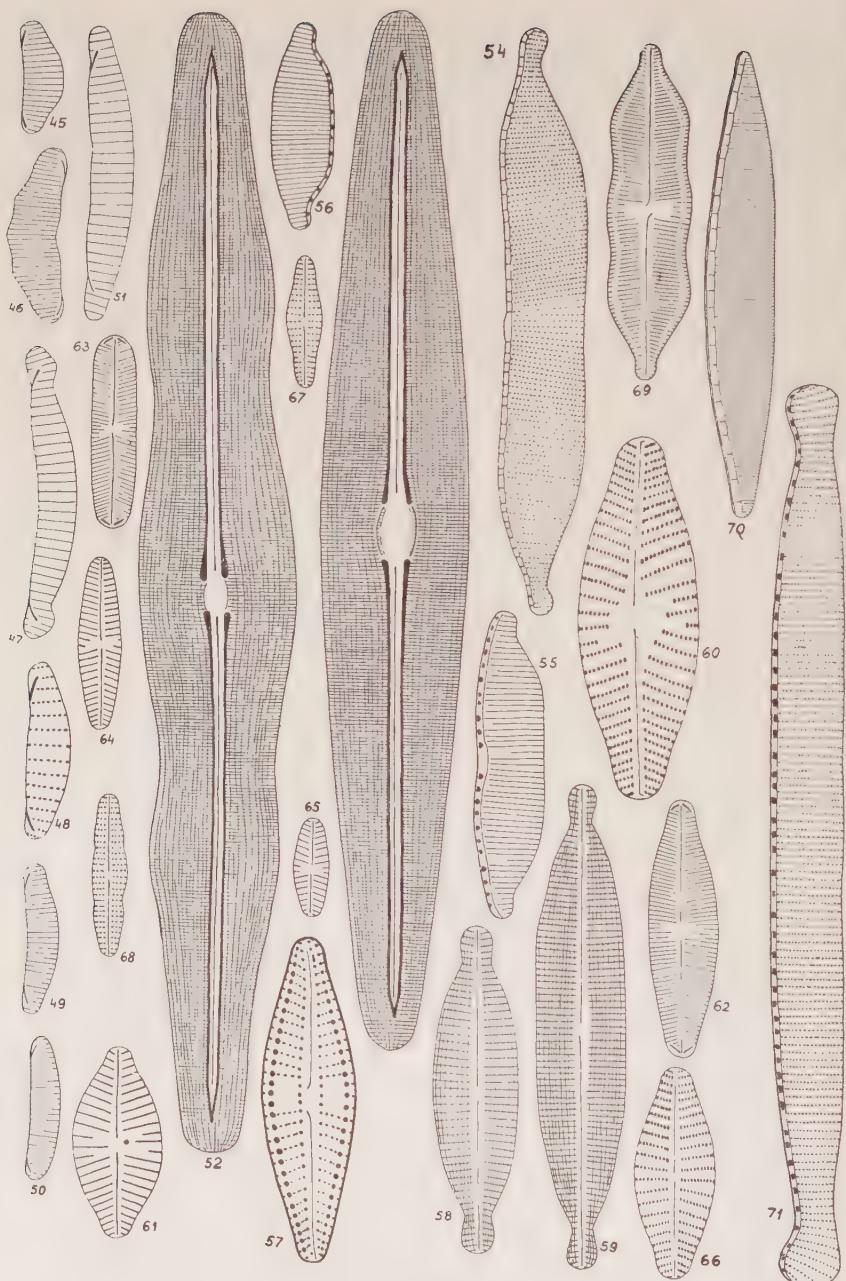
78. *G. parvulum* (KG.) GRUN. var. *subellipticum* CL. — I, IV, VI, XXII; A, C. — Ich finde es notwendig, hier zu bemerken, dass diese bei einer neutralen oder schwach basischen Wasserreaktion so häufige Art hier mit nur verhältnismässig wenigen Individuen vertreten ist, aber auch, dass die meisten der gesehenen Individuen zu der sonst seltenen „var. *lagenulum*“ gehören. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass in dieser Varietät eine azidophile, mehr subtropische Form der Art vorliegt.

79. *Gyrosigma Spencerii* (W. SM.) CL. var. *nodiferum* GRUN. — A. — HUSTEDT (1930) beurteilt die Ökologie dieser Varietät sicher richtig, da hier keine Rede von einem Salzgehalt sein kann.

80. *Hantzschia amphioxys* (E.) GRUN. — IV, V, VI, XXII; A, D, E.

81. *H. amphioxys* (E.) GRUN. var. *africana* HUST. — VI, XXII. — Die gesehenen Exemplare sind in allen Hinsichten sehr typisch, es ist aber ziemlich auffallend, dass ich die folgende Form in den Materialien, wo die typische Varietät beobachtet wurde, nicht vorfinden konnte.

82. *H. amphioxys* (E.) GRUN. var. *africana* HUST. n.f. *minuta* — I, III, VII, IX, XII, XIV, XVI XIX, XX; C, E. — Die Streifung, Schalenform und die strahlige Anordnung der Streifen in der Mitte stimmt mit denselben Merkmalen der durch HUSTEDT in einem Ost-Afrikanischen Material entdeckten Varietät überein, die Abmessungen dieser sehr fein strukturierten Form weichen aber davon ziemlich



45. *Eunotia similis* HUST. n. var. *densestriata* n. f. *minima*; 46. *E. similis* HUST. n. var. *densestriata* n. f. *triundulata*; 47. *E. Siolii* HUST.; 48. *E. subaequalis* HUST.; 49—50. *E. tenella* (GRUN.) HUST. n. var. *densestriata*; 51. *E. veneris* (KG.) O. M.; 52—53. *Frustulia africana* n. sp.; 54—56. *Hantzschia amphioxys*

weitgehend ab. Die gesehenen Individuen sind meistens nur 30—50  $\mu$  lang und etwa 5  $\mu$  breit, sie haben 7—9 Karinalporen und 24—28, meistens 26 Streifen in 10  $\mu$ . Unter diesen konnte ich aber noch kleinere Individuen beobachten, die nur 20—25  $\mu$  lang waren (Abb. 55), in einzelnen Fällen ist die Länge selbst nur 15  $\mu$  (Abb. 56). Bei der hohen Variabilität der *Hantzschia amphioxys*-Formen ist diese grosse Schwankung wohl verständlich, ich bin aber doch nicht gänzlich überzeugt, dass die kleinsten Formen doch nicht zu einer anderen Variationskurve gehören sollten und so als andere Formen aufzufassen wären. Es ist auch fraglich, ob die „var. *africana*“ eine mehr azidophile und mesotherme Form des Typus darstellen sollte.

83. *H. amphioxys* (E.) GRUN. var. *vivax* (HANTZSCH) GRUN. — C.

84. *Melosira distans* (E.) KG. — C.

85. *M. distans* (E.) KG. var. *alpigena* GRUN. — A, D.

86. *Navicula alpha* n. sp. — I. — Eine in nur wenigen Exemplaren und nur in dem einzigen angeführten Material gesehene Form, die ich mit keiner mir bekannten *Navicula*-Art verbinden konnte. Die Schale ist lanzettlich mit breit vorgezogenen Polen, die Raphe fadenförmig und meistens beinahe gerade. Die Länge beträgt 20—25  $\mu$ , die Breite 7  $\mu$ . In 10  $\mu$  habe ich 12—14, meistens 13 Streifen gezählt, die Streifung ist aber nach den Enden zu enger. Die Axialarea ist eng, lanzettlich, die Mittelarea insofern eigentlich gebaut, dass sie wohl beiderseits des Mittelknotens rechteckig verbreitet ist, neben dem Mittelknoten läuft aber eine aus den letzten Punkten der Querstreifen gebildete Punktreihe durch. In der Nähe der Schalenseiten ist eine zweite, aus auffallend grösseren Punkten gebildete Reihe, die auch die seitliche Ausbreitung der Mittelarea begrenzt. Nähtere Untersuchung besonders der etwas schief stehenden Exemplare ergab, dass in dieser Linie eine Knickung in der Valvarebene vorhanden ist und dass die gröberen Punkte auf der so entstehenden Ecke der Valvaoberfläche stehen. Die Streifung ist durchweg radial. In 10  $\mu$  sind 20 grobe Punkte. — Auf Grund der gesehenen wenigen Exemplare kann man über die Ökologie der Art nichts behaupten. — Abb. 57.

87. *N. anglica* RALFS — A.

88. *N. arvensis* HUST. — VII. — In dem angeführten einzigen Material ist diese winzige *Navicula* reichlich vertreten. Die Struktur

---

(E.) GRUN. var. *africana* HUST. n. f. *minuta*; 57. *Navicula alpha* n. sp.; 58—59. *N. gregarioides* n. sp.; 60. *N. laterostrata* HUST.; 61. *N. perlata* HUST.; 62—63. *N. pupuloides* n. sp.; 64—65. *N. Ruttneri* HUST.; 66. *N. similis* KRASSKE n. var. *grossestriata*; 67—68. *N. söhrensis* KRASSKE var. *musicola* (PETERSEN) KRASSKE; 69. *Neidium dubium* (E.) CL. n. f. *triundulata*; 70. *Nitzschia dissipata* (KG.) GRUN. var. *borneensis* HUST.; 71. *N. Mesiana* n. sp. — Vergr. Abb. 69 = 1300/1, bei den übrigen 2000/1....

der Schalen konnte ich nicht einmal im Phasenkontrast auflösen. Die Art ist in Tropen und Subtropen wahrscheinlich weiter verbreitet.

89. *N. bryophila* PETERSEN — I, VI, VII, IX, X, XII, XIII, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; D, E, F. — Die Art scheint — wie es auch aus ihrer Häufigkeit in diesen Gewässern erhellt — wohl an niedrige pH—Werten, nicht aber an niedrige Temperaturen gebunden zu sein.

90. *N. cari* E. — XIV.

91. *N. cari* E. var. *angusta* GRUN. — I, III, IV, V, VI, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, C, D, E.

92. *N. cryptocephala* KG. — I, II, III, IV, V, VI, VII, X, XI, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; B, C, D, E. —

93. *N. cryptocephala* KG. var. *veneta* (KG). GRUN. — A, C. — Im Material A habe ich auch Exemplare gesehen, die völlig mit der „var. *lancettula* (SCHUM.) GRUN.“ übereinstimmten, da aber HUSTEDT die beiden Formen vereinigt hatte, führe ich auch diese unter dem Namen „var. *veneta*“ an. Es ist allerdings zu bemerken, dass in diesen Gewässern kein Salz vorhanden ist, so dass die Auffassung, nach der diese Varietät „in schwach salzigen Gewässern“ leben sollte, sicher unhaltbar ist.

94. *N. cryptocephaloides* HUST. — IV. — Im angeführten Material habe ich nur wenige Exemplare gesehen, so dass die Ökologie dieser bisher nur selten gesehenen Art kaum zu beurteilen ist, es scheint aber gesichert zu sein, dass sie nicht nur an salzhaltige Gewässer gebunden vorkommt.

95. *N. cuspidata* KG. — I, IV, V, XIV. — In dem Material I. habe ich ausschliesslich „Kratikularformen“ gesehen.

96. *N. cuspidata* KG. var. *ambigua* (E.) CL. — IV; B, C, —

97. *N. densestriata* HUST. — IV.

98. *N. gregariooides* n. sp. — II, III, IV, V, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI. — Eine in einigen Rayton—Materialien häufig bis ziemlich häufig vorkommende Art aus der Gruppe der „*Naviculae Orthostichae*“. Die Abmessungen der Art stehen der *N. gregaria* am nächsten, ihre Form weicht aber von der dieser Art grundsetzlich ab, da diese an *N. cuspidata* var. *ambigua* erinnert, mit der sie aber durch ihre noch mehr eckige Umrisslinie, breiteren, meistens deutlich kopfig vorgezogenen Enden keinesfalls zu vereinigen ist. Die Länge der gesehenen vielen Exemplare ist 25—40  $\mu$ , Breite 6—9  $\mu$ , und da manchmal auch die langen Exemplare nur wenig breit sein können, können sehr schlanke Formen entstehen. Die Form der Schale ist mehr oder minder lanzettlich, die Seitenlinien zeigen immer einen deutlich eckigen Verlauf. Die Köpfchen sind ziemlich gross und breit. Die Anzahl der Transapikalstreifen ist 20—24, meistens 22, ausnahmsweise auch 26 in 10  $\mu$ , die Längsstreifen stehen

bedeutend dichter, ich konnte meistens 28 oder 30 in 10  $\mu$  beobachteten. Die Form scheint eine stenotypisch azidophile und eurytypisch mesotherme zu sein, da sie in den kleinen sehr saueren Quellen häufig zu finden ist. In dem kleinen Graben kommen die gesehenen Individuen wahrscheinlich nur verschleppt vor. — Abb. 58—59.

99. *N. laterostrata* HUST. — B, C. — Ein Exemplar dieser bisher nur selten beobachteten Art habe ich auf der Abb. 60 dargestellt. Sicher mehr oder minder azidophil.

100. *N. minima* GRUN. — D.

101. *N. muralis* GRUN. — V.

102. *N. mutica* KG. — I, IV, X, XIV, XVI, XIX, XXI, XXII; C, D, E. — Beinahe alle hier gesehenen Exemplare sind von sehr feiner Struktur, obzwär sie noch in dem Rahmen der mir bekannten Diagnosen bleiben, nur im Material „C“ habe ich die in Europa verbreiteten grobstrukturierten Formen gesehen.

103. *N. mutica* KG. var. *binodis* HUST. — XXII.

104. *N. mutica* KG. var. *capitata* HUST. — I. — Die gesehenen Exemplare dieser Varietät sind ebenfalls auffallend klein und fein strukturiert. Hier habe ich z.B. auch einige Individuen mit nur 17  $\mu$  Länge, 5  $\mu$  Breite und mit 20—22 Streifen in 10  $\mu$  gesehen.

105. *N. mutica* KG. var. *gracilis* HUST. — I. — Die Exemplare dieser Varietät sind oft auch sehr kurz (nur etwa 17  $\mu$  laug). Neben der Zentralarea sind die Streifen auffallend kurz.

106. *N. mutica* KG. var. *nivalis* (E.) HUST. — XXII; C, E.

107. *N. mutica* KG. var. *tropica* HUST. — III, XVII. — Im Material XVII ist diese Varietät meistens durch fein strukturierte Exemplare von sehr verschiedener Form vertreten. Ob die schiefe Lage des Porenkanals wirklich genotypisch bedingt wäre, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

108. *N. perlata* HUST. — XXII. — Eine bisher nur selten beobachtete Art, von welcher ich ein Exemplar auf der Abb. 61 dargestellt habe. Sie ist in Afrika wahrscheinlich viel mehr verbreitet. Ob die HUSTEDTSchen Formen wirklich alle zusammengehören sollten, müsste man durch die Untersuchung eines reichlicheren Materials entscheiden.

109. *N. pupula* KG. — C.

110. *N. pupula* KG. var. *capitata* HUST. — VI, XXI.

111. *N. pupula* KG. var. *rectangularis* (GREG.) GRUN. — I. IV, XV, XXI. — Unter den stenotypischen Verhältnissen der Rayton-Fundorte kommen typische Exemplare der Spezies überhaupt nicht vor.

112. *N. pupuloides* n.sp. — I, III, IV, X, XV, XXII; E. — Die Form und Struktur dieser Art erinnert zwar an *N. pupula*, mit dieser hat sie aber sicher nichts zu tun. Am meisten könnte man sie noch mit *N. aqueductae* KRASSKE in Beziehung bringen, eine nähere Unter-

suchung der Struktur schliesst aber auch diese Möglichkeit aus. Die Form der gesehenen Exemplare — in manchen der untersuchten Materialien waren sie reichlich vertreten — ist beinahe ebenso, wie die von *N. pupula*, d.i. lanzettlich, mit breit vorgezogenen, abgerundeten, oder aber beinahe bis gänzlich linear—elliptisch, mit kaum oder nicht vorgezogenen Polen (vgl. Abb. 63). Die polaren Schattenlinien neben den Endknoten sind viel mehr rückwärts (zentralwärts) gerichtet und durch die sehr feine Struktur besonders auffallend. Die Länge ist 12—20  $\mu$ , Breite 3,5—4  $\mu$ . Die Streifung ist äusserst fein, auch in der Nähe des Zentralknotens 30—32 (nur ausnahmsweise 28) Streifen in 10  $\mu$ . Die Anzahl der Streifen kann in der Nähe der Pole 36—38 in 10  $\mu$  erreichen. Die Punktierung der Streifen ist auch in der Nähe des Zentralknotens kaum erkenntlich. Die Streifen verlaufen auch bei dieser Art, die sicher zu den „*Naviculae bacillares*“ gehört, radial, in der Nähe des Mittelknotens sind sie ungleichmässig verkürzt, wodurch eine unregelmässig begrenzte, seitlich verbreitete Zentralarea entsteht. — Die Art scheint unter azidobiontischen und azidophilen Umständen vorzukommen. — Abb. 62—63.

113. *N. radiosa* KG. — A, B, C. — Die Verbreitung dieser angeblich so gemeinen Diatomee zeigt auch hier, dass sie unter stenotypisch azidobiontischen oder azidophilen Verhältnissen nicht kommt. Hier fehlt sie in den Rayton-Materialien gänzlich.

114. *N. radiosa* KG. var. *tenella* (BRÉB.) GRUN. — B, C. — Unter diesem Namen führe ich Exemplare an, die nur in ihren Abmessungen mit der Varietät übereinstimmen, ihre Streifung ist aber der der typischen Spezies gleich, so dass diese Individuen als Übergangsformen zu betrachten sind.

115. *N. rhynchocephala* KG. — C.

116. *N. Rotaeana* (RABH.) GRUN. — D.

117. *N. Ruttneri* HUST. — I. — Die Art scheint sehr spezifisch stenotypische Verhältnisse zu ihrem Gedeihen nötig zu haben, da sie auch hier nur in dem angeführten einzigen Material gefunden wurde, in welchem sie aber reichlich vorkommt. Nach den mir zur Verfügung stehenden Angaben wäre sie ein Aerophyt, der stenotypisch polytherm und azidobiontisch sein sollte. Da die Art bisher nur selten beobachtet wurde, habe ich es nötig gefunden, um zwei extreme Varianten in den Abb. 64 u. 65 darzustellen.

118. *N. similis* KRASSKE n. var. *grossestriata* — IV. — Die nur in einem Material, in diesem aber in grösserer Anzahl gefundenen Exemplare sind, was die Abmessungen betrifft, in der besten Übereinstimmung mit der KRASSKESchen Art, da sie 15—18  $\mu$  lang und 5—7  $\mu$  breit waren, die Streifung ist aber viel gröber, da hier meistens nur 11—12 Streifen in 10  $\mu$  zu zählen waren. Die Streifen sind ziemlich grob querliniert. — Sicher eine thermisch eurytypische, aber steno-

typisch azidophile Form, die in diesem Fundort wahrscheinlich nur verschleppt vorkommt. — Abb. 66.

119. *N. söhrensis* KRASSKE — XX. — Zur Beurteilung der Ökologie dieser wahrscheinlich sehr oft übersehenen Art müssten viel mehr Angaben vorliegen. — Azidobiontisch? Eurytherm? Aerophyt? vgl. auch JØRGENSEN 1948.

120. *N. söhrensis* KRASSKE var. *muscicola* (PETERSEN) KRASSKE — I, III. — Ebenfalls sehr wahrscheinlich ein aerophytisches Azidobiont, das bisher nur sehr selten beobachtet wurde. Durch ihre Kleinheit ist ein Übersehen nicht ausgeschlossen. — Abb. 67—68.

121. *N. subtilissima* CL. — II, III, VIII, IX, XI, XVI, XVII, XIX. — Eine sicher stenotypisch azidobiontische Art, die bisher vielfach — auch nach HUSTEDT, vgl. A. SCHMIDT, Atlas, Taf. 404, Fig. 52—55, wo er in seinen Bemerkungen schreibt: „Diese Art ist in der neueren Literatur fast durchweg verkannt, und die meisten Fundortsangaben beziehen sich auf die allgemein verbreitete *N. bryophila* PETERSEN“ die mit *N. bryophila* verwechselt wurde. Da hier beide Arten oft im selben Material vorkommen, und da im Phasenkontrast die verschiedene Struktur kaum miszukennen ist, kann ich es nicht bezweifeln, dass ich hier die wirkliche *N. subtilissima* gesehen habe, desto mehr, da die meisten Exemplare mit der Diagnose CLEVES übereinstimmen. Meiner Meinung nach hat die einigermassen verkannte Ökologie der Art auch eine Anleitung zu den fehlerhaften Angaben gegeben. Sie ist sicher stenotypisch azidobiontisch, wahrscheinlich aber eurytypisch mesotherm, welche Faktorengruppen bisher oft miteinander verwechselt wurden.

122. *N. tuscula* (E.) GRUN. — A.

123. *Neidium affine* (E.) CL. — I, III, IV, V, VI, VII, IX, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, E, F.

124. *N. affine* (E.) CL. f. *hercynica* (A. MAYER) HUST. — I, III, IV.

125. *N. affine* (E.) CL. var. *amphirrhynchus* (E.) CL. — III, IV, VI, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XIX, XX, XXI; D.

126. *N. affine* (E.) CL. var. *longiceps* (GREG.) CL. — V; C, E. — HUSTEDT (1930) nennt diese Form eine typische Lokalvariation; ich kann leider die Bedeutung dieser Behauptung nicht verstehen. Die „var. *longiceps*“ ist ebenso ein Phänotypus, wie wahrscheinlich alle andere Formen und Varietäten dieser Art. Hier müssten exakte Kulturversuche eine Entscheidung bringen.

127. *N. bisulcatum* (LAGST.) CL. — VIII. — Die Art ist wahrscheinlich keine stenotherme, vielmehr eine eurytypisch mesotherme, aber  $\pm$  azidobiontische Form. JØRGENSEN (1948) beurteilt sie als eine indifferente Art, ich muss aber annehmen, dass er sein Urteil vielfach auf verschleppte Schalen gegründet hatte.

128. *N. dubium* (E.) CL. — C. — Die hier gesehenen Exemplare

hatten keine vorgezogenen Pole, durch ihre Abmessungen und Struktur musste ich sie aber doch hier einteilen.

129. *N. dubium* (E.) CL. n.f. *triundulata* — A, C. — Diese Exemplare sind der HUSTEDTSchen f. *constricta* ähnlich, die Seitenlinien sind aber ausdrücklich dreiwellig. Ich halte es für fraglich, ob die Benennung ähnlicher Formen in dem Genus *Neidium* wirklich berechtigt wäre. — Abb. 69.

130. *N. Iridis* (E.) CL. — I, III, IV, V, VI, XIII, XIV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; E, F.

131. *N. Iridis* (E.) CL. f. *vernale* REICHELT — I.

132. *N. Iridis* (E.) CL. var. *amphigomphus* (E.) v. HEURCK — I. VI, XIII, XV, XVIII, XIX, XX.

133. *N. productum* (W.SM.) CL. — C, D. — Im letzteren Material habe ich auch auffallend schlanke, aber sicher hierher gehörige Individuen gesehen, z.B. 82  $\mu$  lang und 14  $\mu$  breit. Die Streifung steht meistens sehr schief zu der Mittellinie.

Allgemein muss ich über die Ökologie der *Neidium*-Arten bemerken, dass ich es leider gar nicht bestätigen kann, dass diese in „Gewässern aller Art“ vorkommen sollten. Sie mögen wohl, was das pH betrifft, mehr oder minder indifferent sein, dass sie aber an gewissen Standorten gänzlich fehlen oder nur spärlich vorkommen können, deutet darauf hin, dass sie in einigen, bisher nicht näher erforschten Hinsichten stenotypisch sein müssen.

134. *Nitzschia dissipata* (KG) GRUN. var. *borneensis* HUST. — II, IV, V, VI. — Die Spezies selbst ist sicher alkaliphil bis alkalibiontisch (vgl. JØRGENSEN 1948), diese Form — wenn sie überhaupt zu der *N. dissipata* gehört — scheint aber vielmehr mehr oder minder stenotypisch azidobiontisch und polytherm zu sein. Da diese Varietät bisher nur sehr selten beobachtet wurde, habe ich ein Exemplar auf der Abb. 70 dargestellt.

135. *N. fonticola* GRUN. — IV.

136. *N. frustulum* (KG) GRUN. — XIII; C.

137. *N. frustulum* (KG) GRUN. var. *perminuta* GRUN. — XXII.

138. *N. frustulum* (KG) GRUN. var. *perpusilla* (RABH.) GRUN — A, D.

139. *N. gracilis* HANTZSCH — I, II, III, IV, VI, XIX, XX, XXII. — Die Art ist sicher nicht indifferent (vgl. JØRGENSEN 1948), aber auch nicht „im Süßwasser des ganzen Gebiets verbreitet“. Sie scheint wohl eine eurytypische, aber azidophile Form zu sein, die vielfach mit anderen Arten verwechselt wurde (vgl. auch die Bemerkung HUSTEDTS, 1930).

140. *N. Kützingiana* HILSE — D.

141. *N. linearis* W. SM. — A, C.

142. *N. Mesiana* n. sp. — E. — In diesem einzigen Material habe

ich mehrere unversehrte und sehr viele zerbrochene Exemplare der Art gesehen, sie muss aber in diesen Fundorten doch als selten bezeichnet werden. Sie gehört sicher zu der Gruppe der „Lineares“ und ist durch ihre eigenartige, bei den gesehenen Exemplaren sehr konstante Form auffallend. Die Schale ist linear, verhältnismässig breit, vorgezogen und ausgeprägt kopfig abgerundet. Die hier gesehenen Individuen waren 60—80, meistens 65  $\mu$  lang und etwa 8  $\mu$  breit. Der Kiel ist deutlich exzentrisch, mit 5—6 Kielpunkten in 10  $\mu$ , die auch in der Mitte gleichmässig gestellt sind. Die Streifung ist ziemlich grob — 18 in 10  $\mu$  — aber fein punktiert, nur in der Nähe der Pole etwas konvergent, sonst vollkommen parallel. — Die Ökologie dieser, nach der Sammlerin, Prof. M.G. MES benannten Art ist auf Grund der wenigen Befunde nicht feststellbar. — Abb. 71.

143. *N. palea* (KG). W. SM. — I, II, III, VI, X, XXI XXII; A, B. —

144. *N. parvuloides* n.sp. — I. III, IV, X, XXI, XXII; C. — Das Vorhandensein eines Zentralknotens ist zwar nicht immer tadellos feststellbar, bei den meisten Exemplaren habe ich aber doch eine Andeutung eines solchen gesehen und so muss ich diese meines Wissens nach bisher noch nicht gesehene Art in die Gruppe der „Obtusae“ einteilen. Die Form der Schalen ist deutlich sigmoid, welche Form besonders durch die nach entgegengesetzten Richtungen abgebogenen Pole ausgeprägt wird. Die Enden der Schalen sind mehr oder minder breit abgerundet, nicht vorgezogen, so dass die Art schon dadurch von der *N. parvula* LEWIS zu unterscheiden ist. Der Kiel ist stark exzentrisch mit 7—9, meistens 8 Kielpunkten in 10  $\mu$ . Die Länge der Schalen ist 30—50, meistens nur 30—40  $\mu$  ihre Breite 4  $\mu$ . In 10  $\mu$  habe ich 32—36, meistens 34—35 Streifen beobachtet, die Streifen sind äusserst fein punktiert, die Punktierung ist selbst im Phasenkontrast kaum sichtbar. — Die Art hat mit *N. parvula* sicher nichts zu tun. Ökologisch ist sie eine mehr oder minder eurytypisch mesotherme stenotypisch azidophile und oligotrophe Spezies die in ähnlichen Gewässern des Gebiets wahrscheinlich noch mehr verbreitet ist. — Abb. 72—73.

145. *N. sublinearis* HUST. — III VI, — Die Struktur bleibt selbst in Phasenkontrast unsichtbar.

146. *Pinnularia acoricola* HUST. — XXII. — Auf Grund dieses Vorkommens und der Behauptungen HUSTEDTS wäre die Art sehr stenotypisch azidobiontisch, wahrscheinlich auch aerophytisch („Sphagnumschlenke“ nach HUSTEDT). Thermisch ist sie sicher eurytypisch polytherm. Da die Art bisher nur sehr selten beobachtet wurde habe ich eins der gesehenen Exemplare gezeichnet. — Abb. 74.

147. *P. amaniensis* HUST. — III. — Auf Grund dieses Befundes muss ich annehmen, dass diese schöne, wahrscheinlich eurytypisch

polytherme aber stenotypisch azidobiontische Art in Afrika weiter verbreitet ist. Durch ihre Seltenheit ist es nötig gewesen eins der gesehenen Exemplare auf der Abb. 75 darzustellen.

148. *P. borealis* E. — I II IV VIII XI XVII, XXII; B, C, D, E, F. — Es ist bemerkenswert, dass die typische Form in den Rayton-Materialien verhältnismässig selten ist. Wäre die folgende, hier mehr verbreitete Varietät eine mehr an die eurythermen aber stenotypisch azidophilen (azidobiontischen) Verhältnisse der Tropen angepasste Form?

149. *P. borealis* E. var. *rectangulata* HUST. — I, II, III, IV, VI, VII, IX, X, XIII, XIV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI; C, E. — Die äusserst grosse Häufigkeit in den Rayton-Materialien und ihre relative Seltenheit in Leeufontein scheint die Richtigkeit der vorigen Bemerkung zu beweisen.

150. *P. borealis* E. var. *rectangulata* HUST. n.f. *conica* — III, VI, XXI, XXII. — Ich halte nicht die rechteckige, oblonge Form der var. *rectangulata* für das meist charakteristische Merkmal dieser Varietät, vielmehr aber die sehr schmalen, schlanken Schalen, die in der Form ihrer Pole noch einige Variation aufweisen. Mit einem lückenlosen Übergang zu den typischen HUSTEDTSchen Formen habe ich hier Exemplare gesehen, die wohl ebenso schlank — nur 6  $\mu$  breit bei einer Länge von 28—35  $\mu$  — waren, bei denen die Pole aber nicht rechteckig gestutzt, sondern mehr oder minder konisch verdünnt und dann flach abgerundet sind. Auf die in der Diatomeenkunde übliche Weise habe ich diese unter der angeführten Benennung zusammengefasst. Die Struktur, Streifung usw. ist sonst wie bei der typischen Varietät. — Abb. 76.

151. *P. Braunii* (GRUN). CL. var. *amphicephala* (A. MAYER) HUST. — VI.

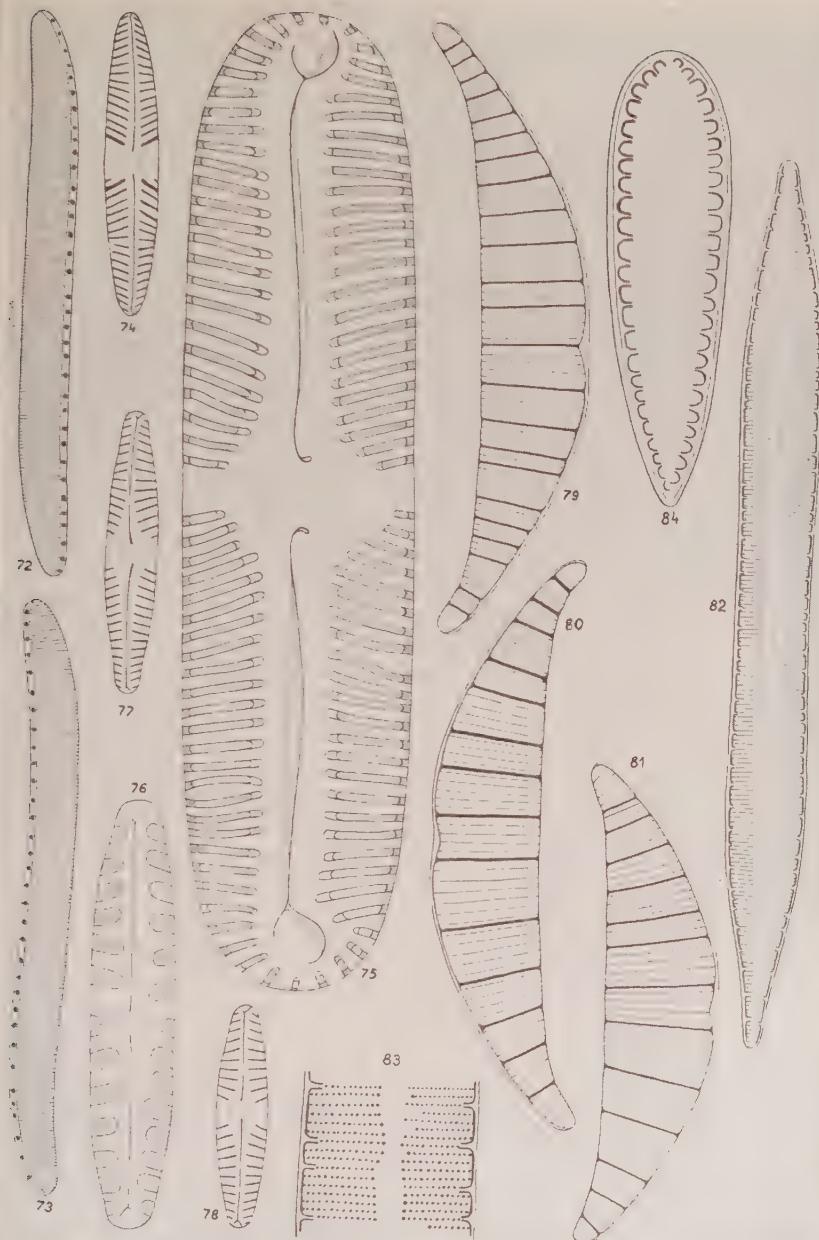
152. *P. divergens* W. SM. — I. — Die Auffassung HUSTEDTS, nach welcher diese Art mit der *P. Schweinfurthii* in keine Beziehung gebracht werden kann, kann ich auf Grund dieses Materials, in welchem beide Arten vorkommen, bestätigen. Die Art ist sicher nicht an das Gebirge, viel mehr aber an einen niedrigen pH gebunden, was in der gemässigten Zone öfter im Gebirge, als „in der Ebene“ kommt.

153. *P. divergens* W. SM. var. *undulata* HÉRIB. et PÉRAG. — A.

154. *P. gibba* E. — II, III, IV, V, VI, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII; D, E, F. — Im Material D habe ich auch sehr kleine — Länge 45  $\mu$ , Breite 6  $\mu$  — Exemplare gesehen, die durch ihre Schlankheit doch nicht zur var. *parva*, sondern zum Typus gerechnet werden müssen.

155. *P. gibba* E. f. *subundulata* MAYER — I, IV, XI; C, D.

156. *P. gibba* E. var. *parva* (E.) GRUN. — I, III, IV, V, VI, XIV,



72—73. *Nitzschia parvuloides* n. sp.; 74. *Pinnularia acoricola* HUST.; 75. *P. amaniensis* HUST.; 76. *P. borealis* E. var. *rectangulata* HUST. n. f. *corica*; 77—78. *P. obscura* KRASSKE; 79—81. *Rhopalodia gibba* (E.) O. M. n. var. *pseudogibberula*; 82—83. *Surirella gracilis* (W. SM.) GRUN. n. var. *africana*; 84. *S. modesta* HUST. — Vergr. Abb. 82 = 1000/1, Abb. 84 = 1300/1, bei den übrigen 2000/1.

XV, XIX, XX. — Die Art und ihre Varietäten sind sicher nicht „überall verbreitet und häufig“, da sie in ziemlich hohem Grade azidophil zu sein scheinen (vgl. JØRGENSEN 1948, CHOLNOKY und SCHINDLER 1951), wodurch ihre Häufigkeit in diesen Gewässern sehr wohl erklärlich ist. Das eurythermische Verhalten der Art ist durch dieses Vorkommen tadellos bewiesen.

157. *P. Hartleyana* GRÉV. — III.
158. *P. hemiptera* (K.G.) CL. — V; F.
159. *P. interrupta* W. SM. — I.
160. *P. interrupta* W. SM. f. *minutissima* HUST. — V. — In dem Material habe ich mehrere Exemplare gesehen, die durch ihre Länge — z.B. 32  $\mu$  — einen Übergang zum Typus bilden, die aber durch ihre sehr schmalen Schalen — Breite nur 5  $\mu$  — hierher gehören.
161. *P. maior* (K.G.) CL. — A, C, D.
162. *P. maior* (K.G.) CL. var. *linearis* CL. — IV.
163. *P. mesolepta* (E.) W. SM. — IV.
164. *P. microstauron* (E.) CL. — I, II, III, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XIX, XX, XXI, XXII; C, E, F. — In den Rayton-Materialien habe ich oft auch sehr schlanke — kaum 6  $\mu$  breite — Exemplare gesehen. In allen Materialien kommen auch Individuen mit einer etwas dichteren Streifung — 13—15 Streifen in 10  $\mu$  — vor.
165. *P. microstauron* (E.) CL. f. *biundulata* O. M. — I, II, III, IV, V, VI, XII, XIII, XIV, XV, XVII, XVIII, XXI; B.
166. *P. microstauron* (E.) — CL. f. *diminuta* GRUN. — B. — Auf Grund der hier gesehenen Exemplare erscheint es mir sehr wahrscheinlich, dass diese Formen lückenlos nach der *P. obscura* KRASSKE hinüberleiten.
167. *P. microstauron* (E.) CL. var. *ambigua* MEISTER — III, IV; A.
168. *P. obscura* KRASSKE — III, VI, VII, XIV, XV, XIX, XXII; B, C, F. — Eine bisher nur selten beobachtete Form, die in saueren Gewässern wahrscheinlich ziemlich allgemein verbreitet ist. Ob hier wirklich keine Sprache von einer extremen Form der *P. microstauron* sein kann, muss vorläufig dahingestellt bleiben. Durch die Seltenheit der Art habe ich es nötig gefunden, zwei der gesehenen Exemplare auf den Abb. 77—78 darzustellen.
169. *P. polyonca* (BRÉB.) O. M. — B.
170. *P. Schweinfurthii* (A. S.) HUST. — I, II, III, IV, VIII, XXII; D, F. — In mesothermen aber stenotypisch sauren Gewässern kommt diese bisher nur selten beobachtete Form sicher häufiger vor. Die hier gesehenen Exemplare stehen besonders gut mit den Zeichnungen HUSTEDTS in A. SCHMIDT Atlas, Taf. 388, Fig. 6—7 in Übereinstimmung. Manchmal konnte ich unter den normalen auch kleine (Länge 88  $\mu$ , Breite 18  $\mu$ , mit 8 Streifen in 10  $\mu$ ) Individuen beob-

achten, die aber ganz allmählich in die typische Form übergehen.

171. *P. subcapitata* GREG. var. *Hilseana* (JANISCH) O. M. — A, D, E.

172. *P. subsolaris* (GRUN.) CL. — II; F, — Im Material II habe ich neben den normalen auch sehr kleine Exemplare (60  $\mu$  lang, 9  $\mu$  breit, mit 10 Streifen in 10  $\mu$ ) gesehen, die mit allmählichen Übergängen zum Typus gebunden sind.

173. *P. viridis* (NITZSCH) E. — I, III, IV, V, VI, XIII, XIV, XV, XVII, XX, XXII; C, F.

174. *P. viridis* (NITZSCH) E. var. *sudetica* (HILSE) HUST. — II.

175. *Rhopalodia gibba* (E.) O. M. n. var. *pseudogibberula* — D — Diese sehr interessante Form habe ich nur in dem angeführten einzigen Material, in diesem aber sehr reichlich gefunden. Einen Übergang nach einer anderen Form dieser so variablen Spezies habe ich nicht beobachtet. Die Varietät ist der *Rh. gibberula* sehr ähnlich, von der sie nur durch ihre etwas feinere Verkieselung und weiter stehende Streifung zu unterscheiden ist. Ich habe viele Exemplare auch lebend in dem Material gesehen und da in den Leeufontein-Gewässern keine Spur eines Salzgehalts vorkommt, muss ich diese Formen schon aus ökologischen Gründen als zur *R. gibba* gehörig, etwa als eine kongruente Formenreihe im Zusammenhang mit der *R. gibba* var. *ventricosa* auffassen. Drei Exemplare dieser Varietät habe ich auf den Abbildungen 79—81 dargestellt und bemerke, dass die Länge 35—50  $\mu$ , die Breite 20—22  $\mu$  ist und dass ich in 10  $\mu$  meistens 4—7 Rippen und 13—15 Streifen zählen konnte.

176. *R. gibba* (E.) O. M. var. *ventricosa* (E.) GRUN. — I, VI, XXII.

177. *Stauroneis anceps* E. — I, III, IV, V, VI, VII, XIV; C.

178. *S. phoenicenteron* E. — I, IV, V, VI, XV, XXI; C, D, E. — In den Materialen D und E habe ich Exemplare mit einer auffallend eigentümlichen Struktur gesehen. Die Punkte der Transapikalstreifen waren bei diesen in sehr regelmässigen Längsreihen geordnet und auch gröber, als bei den typischen Individuen. Ich habe hier 14—16 apikal etwas verlängerte Punkte in 10  $\mu$  gezählt. Diese Struktur ist bei den Exemplaren in den angegebenen Materialen ganz allgemein.

179. *Stenopterobia intermedia* (LEWIS) HUST. — XVIII, XXI; C, D.

180. *Surirella biseriata* BRÉB. — I, IV, V, VI, XXII.

181. *S. biseriata* BRÉB. f. *punctata* MEISTER — VII.

182. *S. delicatissima* LEWIS — I, III, VI, IX, X, XIV, XVI, XVIII, XIX, XX; C, E, F. — Eine sicher azidobiontische Art, die bisher wahrscheinlich vielfach übersehen oder mit anderen Diatomeen verwechselt wurde. In diesen Materialen habe ich auch von den Angaben der mir zur Verfügung stehenden Diagnosen abweichende Exemplare gesehen, die teilweise viel kleiner (z.B. nur 34  $\mu$  lang), zum anderen Teil feiner strukturiert waren (z.B. 24, in einigen Fällen

selbst 26—28 Streifen in 10  $\mu$ ). Da der Übergang nach den typischen Formen gänzlich lückenlos ist, ist hier eine entsprechende Ergänzung der Diagnosen erwünscht.

183. *S. gracilis* (W. SM.) GRUN. — X; D, E, F. — Eine sicher stenotypisch azidophile Art, die keinesfalls regellos „zerstreut“ vorkommen kann.

184. *S. gracilis* (W. SM.) GRUN. n.f. *constricta* — F. — Im Material kommen viele, in der Mitte deutlich eingeschnürte Exemplare vor, die eigentlich sicher nur zum Variationsbereich der Spezies gehörige Phänotypen sind; da aber diese in der Mitte eingeschnürten Individuen in dem Genus *Surirella* meistens besonders benannt werden, habe ich auch hier die genannten Formen unter dem angeführten Namen abgesondert. Die Einschnürung kommt meistens bei längeren Individuen vor, so dass ich für die Form eine Länge von 100—200  $\mu$  feststellen musste.

185. *S. gracilis* (W. SM.) GRUN. n.var. *africana* — III, IV. — Diese Formen weichen in allen Hinsichten von dem Typus ab, mit dem sie durch keinerlei Übergänge verbunden zu sein scheinen. Die Länge der gesehenen Exemplare ist 80—130  $\mu$  und ihre Breite 12—15  $\mu$ . Die grösste Abweichung ist in der Struktur der Schalen feststellbar, da ich hier nur 35—40 Flügelkanäle in 100  $\mu$  und 17—18, meistens 17 Streifen in 10  $\mu$  beobachten konnte. Obzwar die Form noch kaum als genügend bekannt gelten kann, halte ich es für sehr wahrscheinlich, dass sie eine noch mehr stenotypische Variation dieser schon in sich stenotypisch azidophilen Spezies darstellt. — Abb. 82—83.

186. *S. linearis* W. SM. — I, IV, V, VII, XIII, XV, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, A; C, D, E, F. — Bei den kleinen Exemplaren ist die Anzahl der Flügelkanäle höher (bis zu 40 in 100  $\mu$ ), als es in den meisten Diagnosen angegeben wird.

187. *S. linearis* W. SM. var. *constricta* (E.) GRUN. — C. — Der Übergang nach der typischen Form ist ganz allmählich.

188. *S. modesta* HUST. — B. — Die Form ist in Süd-Afrika wahrscheinlich weiter verbreitet. Im Material habe ich manchmal, mit ganz allmählichen Übergängen, auch beinahe isopole Exemplare gesehen. Eine typische Schale habe ich auf der Abb. 84 dargestellt.

189. *S. ovata* KG. var. *pinnata* (W. SM.) HUST. — A.

190. *S. robusta* E. var. *splendida* (E.) v. HEURCK — B.

191. *Synedra rumpens* KG. — XV.

192. *S. ulna* (NITZSCH) E. — IV, V, VI, VII, XI, XIV, XV, XXI; A, C. — In den Rayton-Materialien habe ich meistens nur wenige Bruchstücke gesehen.

193. *S. ulna* (NITZSCH) E. var. *danica* (KG) GRUN. — A.

194. *Tabellaria flocculosa* (ROTH) KG. — A, B, C, D, E, F. — In den Leeufontein-Materialien ist diese eine der häufigsten Arten, die

in dem Rayton-vlei überhaupt nicht zu finden war, wofür sicher ein enger optimaler pH-Bereich verantwortlich ist. Für die angebliche weite Verbreitung, die durch die floristische Literatur behauptet wird, sind wahrscheinlich unter anderem auch Verschleppungen toter Schalen verantwortlich. Die Befunde hier, wo das pH zwischen 5, 8—6, 8 ist, stimmen bestens mit meinen früheren diesbezüglichen Beobachtungen überein.

Die Angaben über die Diatomeen-Assoziationen mögen hier zur Beurteilung der Ökologie der Standorte als massgebend gelten, zur ähnlichen Bearbeitung der allgemeinen Algenflora hätte ich sicher viel mehr Materialien, besonders viel mehr lebende Materialien nötig gehabt. Da aber die Algenflora des untersuchten Gebietes, wie bereits gesagt, als unbekannt gelten muss, halte ich es für unerlässlich, alle meine algologischen Befunde aus diesen Standorten hier mitzuteilen. Ich möchte aber nachdrücklich wiederholen, dass die Aufzählung keinesfalls als eine vollständige Florenliste gelten kann.

## CYANOPHYCEAE

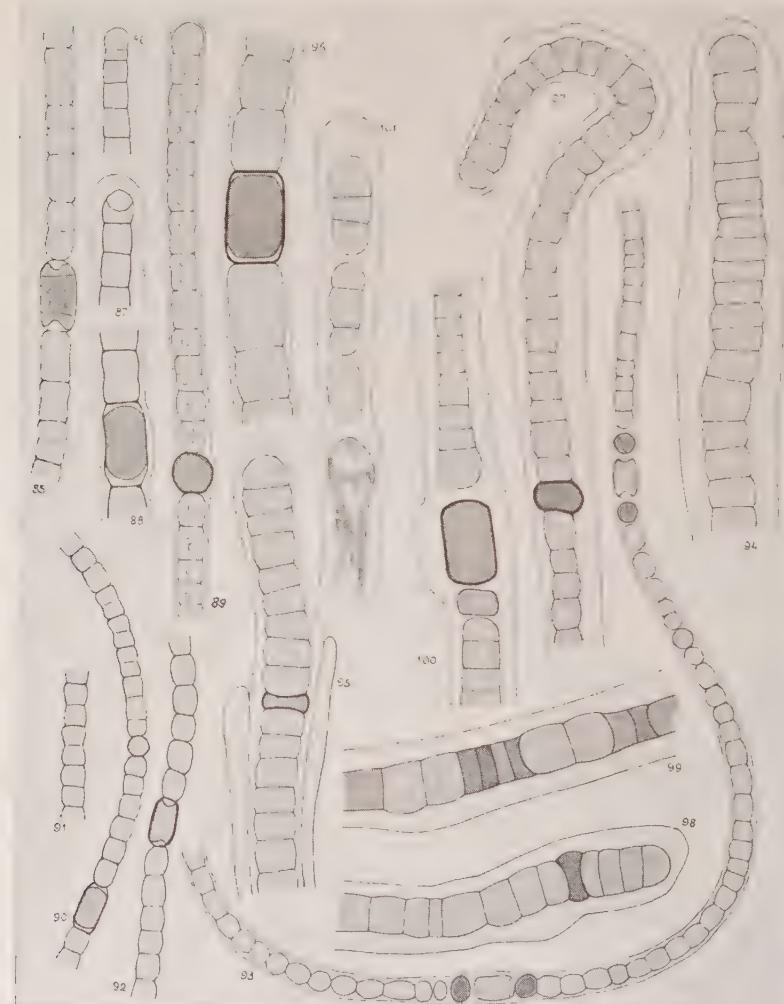
195. *Anabaena californica* BORGE — XI. — Im Phasenkontrast konnte ich diese wenig bekannte Alge eingehend untersuchen, und, obzwar ich Abweichungen von den vorliegenden Diagnosen feststellen musste (die hier gesehenen Fäden waren dünner, d.i. 4, 5—5  $\mu$  dick, auch die Dauerzellen kleiner), musste ich die hier gesehenen Thalli mit der BORGESchen Art vereinigen. Im Phasenkontrast konnte ich die Struktur der Zellen usw. sehr gut beobachten, und so habe ich auf den Abb. 85—88 meine Befunde etwas schematisiert dargestellt. Die im Phasenkontrast leuchtenden Kappen der Dauerzellen verdienen einige Aufmersamkeit.

196. *A. laxa* A. BR. — D. — Dauerzellen konnte ich nicht beobachten. — Abb. 89.

197. *A. pseudoconstricta* n, sp. — VIII. — Die gesehenen Fäden zeigen wohl — was ihren Habitus betrifft — gewisse Aehnlichkeit mit der *A. constricta* (SZAFAER) GEITLER, sie sind aber von ihr durch das Vorhandensein der Dauerzellen grundsätzlich verschieden, obzwar ich es nicht für ausgeschlossen halte, dass auch bei *A. constricta* die bisher fehlenden Dauerzellen mit der Zeit entdeckt werden können. Die Abmessungen der vegetativen Zellen sind auch abweichend, da sie nur 4  $\mu$  breit und  $\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$  mal so lang sind. Die Dauerzellen sind 9  $\mu$  lang und 4,5—5  $\mu$  breit. Neben den Querwänden — zumindest neben den entwickelteren — konnte ich auch hier kleine Körnchen im Plasma wahrnehmen. Die Fäden sind an den Querwänden eingeschnürt. Die nicht häufig vorkommenden Heterozysten sind

kugelrund, ihr Durchmesser beträgt 4—4,5  $\mu$ . — In dem angeführten einzigen Material ist die Art ziemlich häufig. — Abb. 90-92.

198. *A. raytonensis* n. sp. — X. — Diese in ziemlich langen, dünnen, unregelmässigen Fäden vorkommende Art steht der *A. minutissima* LEMM. und der *A. Jonssonii* BOYE ziemlich nahe, obzwar ihre Heterozysten und Dauerzellen nicht unregelmässig im Faden verteilt vorkommen, da ich die Dauerzellen immer zwischen zwei



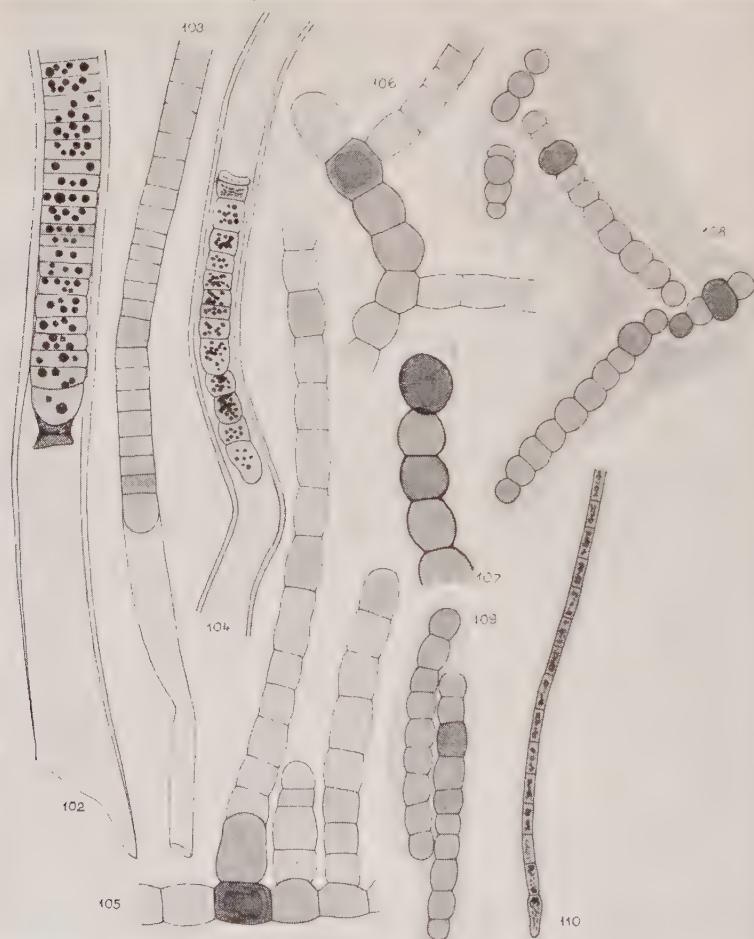
85—88. *Anabaena californica* BORGE; 89. *A. laxa* A. BR.; 90—92. *A. pseu-*  
*doconstricta* n. sp.; 93. *A. raytonensis* n. sp.; 94—101. *Aulosira transvaalensis*  
n. sp. — Vergr. 850/1.

kugeligen Heterozysten vorfinden konnte. Die vegetativen Zellen sind kugelig bis zylindrisch, an den Querwänden mehr oder minder deutlich eingeschnürt, der Durchmesser der Zellen ist  $2,5 \mu$ , ihre Länge sehr variabel, von  $1,5$  bis  $6 \mu$ . Die Heterozysten sind  $3-3,5 \mu$  im Durchmesser, die Abmessungen der zylindrischen, etwas ellipsoidisch abgerundeten Dauerzellen sind  $3,5$  bei  $5 \mu$ . Die Spitzenzellen der Fäden sind mehr oder minder schwach konisch verdünnt. Um die Zellfäden konnte ich im Phasenkontrast eine dünne, aber deutliche Gallerthülle nachweisen, die neben den Dauerzellen und am Ende der Fäden gut sichtbar ist. — Abb. 93.

199. *Aphanothecce pallida* (KG). RABH. — VII.

200. *Aulosira transvaalensis* n. sp. — VII, X, XVII. — Die Art steht in Verwandtschaft mit *A. laxa* KIRCHN. und *A. fertilissima* GHOSE und so auch mit der in Portugiesisch Ost-Afrika durch mich gefundenen und beschriebenen *A. Schweickerdtii* mihi (vgl. CHOLNOKY 1953), mit denen sie aber doch keinesfalls identifiziert werden kann. Auf Grund des reichlichen Materials konnte ich die meisten Entwicklungszustände tadellos beobachten. Der Durchmesser des Trichoms variiert auch innerhalb kurzer Abschnitte, da manche Zellen viel dünner, als ihre Nachbarzellen sind. Da auch ausgesprochen aufgeschwollene, wahrscheinlich in einer Heterozystenbildung begriffene Zellen vorhanden sind, kann der Durchmesser der Trichome von  $5$  bis  $8 \mu$  variieren. Besonders in den Biegungen des meistens unregelmässig verlaufenden, den Spitzen zu aber häufig gebogenen Fadens ist die Verdünnung so auffallend, dass hier vielleicht auch mechanische Wirkungen eine Rolle spielen. Die Zellen in der Nähe der Spitze sind, besonders im Falle einer lebhaften Teilung, mehr oder minder verdickt. Die Spitzenzelle ist abgerundet, halbkugelig. Die Gallerthülle ist  $2-3 \mu$  dick, nur in den ältesten Abschnitten, oder wo durch ein erneutes Längenwachstum eine zweite, in die ältere eingeschachtelte, dinnere, junge Gallerthülle entsteht, geschichtet, sonst farblos, höchstens in den ältesten Abschnitten hell bräunlich-gelb. Ebenso wie bei *A. fertilissima* kommen auch bei *A. transvaalensis* Fadenabschnitte mit sehr vielen abgestorbenen Zellen vor, die manchmal einzeln zwischen noch lebenden, in anderen Fällen wieder in kürzeren oder längeren Reihen nebeneinander stehen. Das Absterben der Zellen kann manchmal eine Zerstückelung des Trichoms verursachen, wodurch die eigentümlichen kurzen Trichomteile entstehen, die auch in den Zeichnungen GHOSES auffallen. Die Heterozystenbildung ist in vielen Fällen sicher eine Ursache des Absterbens der Zellen. In den Fäden sind allerlei Übergänge zu beobachten. Die entwickelten Heterozysten sind kugelig, meistens  $7-9 \mu$  im Durchmesser. Die Dauerzellen entstehen interkalar und scheinen von den Heterozysten vollkommen unabhängig gebildet zu sein. In einem

entwickelten Zustand stehen sie gewöhnlich auch von ihren Nachbarzellen etwas entfernt. Sie sind immer zylindrisch, beinahe eckig, 8—9  $\mu$  breit und 10—15  $\mu$  lang (die kürzesten sind wahrscheinlich noch in Entwicklung begriffen). Die Wände dieser Organe sind verdickt, glatt, etwas gelblich, ihr Inhalt dunkel, homogen, blaugrün. Das reichliche Vorkommen der Art in diesen Fundorten scheint



102. *Lyngbua putealis* MONT.; 103. *L. transvaalensis* n. sp.; 104. *L. versicolor* (WARTM.) GOM.; 105—107. *Microchaete tenera* THUR.; 108—109. *Nostoc punctiforme* (KG.) HARIOT; 110. *Oscillatoria geminata* MENEGH. — Vergr. 850/1.

darauf hinzudeuten, dass sie eurytypisch mesotherm und stenotypisch azidophil ist. — Abb. 94—101.

201. *Calothrix scytonemicola* TILDEN — B. — Die Fäden habe ich hier reichlich auf *Batrachospermum helminthosum* gefunden.

202. *Cylindrospermum stagnale* (KG.) BORN. et FLAH. — XVII. — Eine interessante, etwas von den mir bekannten Diagnosen abweichende Form, die nur  $10 \mu$  breite und  $18-20 \mu$  lange Dauerzellen und  $3,5 \times 4 \mu$  grosse Heterozysten besitzt. Die Zellen sind  $4 \mu$  breit, meistens etwas kürzer als breit, manchmal konnte ich aber auch  $5-6 \mu$  lange Zellen beobachten.

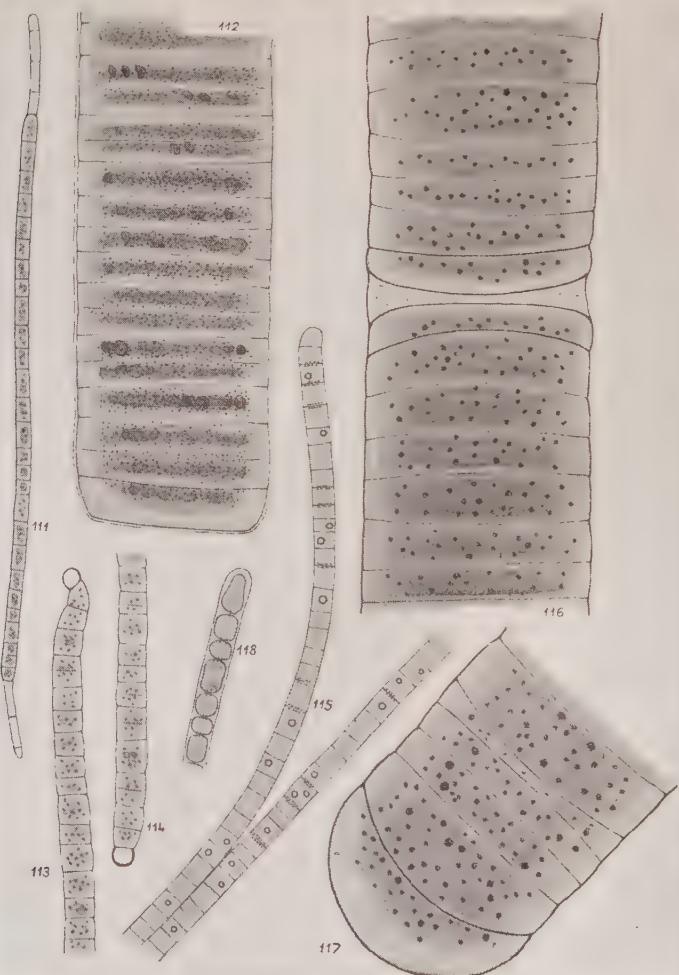
203. *Lyngbya lutea* (AG.) GOM. — VIII. — Die hier gesehenen Exemplare gehören zu der typischen Form. Am Ende der Trichome habe ich oft 1—2 abgestorbene Zellen gesehen, die aber keinesfalls als genotypische Merkmale aufgefasst werden können. Da die mir bekannten Zeichnungen nicht besonders befriedigend sind, habe ich ein Teilstück eines Fadens auf der Abb. Abb. 102 dargestellt.

205. *L. transvaalensis* n. sp. — III, XXII. — Die Art gehört zu der Verwandtschaft der *L. Kützingiana* KIRCHN., von der sie aber schon allein durch ihre Abmessungen grundsätzlich abweicht. Das Trichom ist bei dieser Art  $5 \mu$  breit, ziemlich gerade, die Einzelzellen meistens kürzer als breit oder quadratisch, manchmal aber, wahrscheinlich von dem Teilungsrhythmus abhängig,  $1\frac{1}{2}$  mal so lang als breit. Die Endzelle ist immer länger als breit, nicht konisch, stumpf und breit abgerundet. Die Gallerthüle ist dünn und farblos, scharf begrenzt und besonders im Phasenkontrast sehr deutlich sichtbar. — Abb. 103.

206. *L. versicolor* (WARTM.) GOM. — D. — Die hier gesehenen Formen weichen etwas von den mir bekannten Diagnosen ab, obzwar die festgestellten Abweichungen vielleicht nur Folgen eines schlechten physiologischen Zustands sind. Die Trichome waren hier durch kleine Gruppen abgestorbener Zellen in kleinere Teile zerfallen. Ihre Breite ist  $3-3,5 \mu$ . Die Gallerthüle ist scharf umgrenzt, ziemlich lebhaft braungelb, stark lichtbrechend. Die Breite des Fadens ist  $8,5-9,5 \mu$ . Die Länge der Zellen variiert zwischen 2 und  $6 \mu$ . Die Endzelle ist stumpf kegelig, manchmal etwas unregelmässig. — Abb. 104.

207. *Microchaete tenera* THUR. — XI. — In diesem einzigen Material habe ich diese unsichere Art aufgefunden und auf Grund meiner Beobachtungen musste ich die gesehenen Exemplare mit dieser Spezies identifizieren. Die Heterozysten sind basal und wirklich sehr dunkel, ihre Farbe ist aber nicht immer braun, sie kann auch auffallend dunkelblaugrün sein. Die Dunkelheit ist wahrscheinlich dem sehr dichten Zellinhalt zuzuschreiben, da die Wände wohl sichtbar, aber nicht besonders dick oder dunkelgefärbt sind. In vielen

Fällen konnte ich neben den Heterozysten auch Zellen beobachten, die man sicher als Dauerzellen auffassen müsste, ähnliche Bildungen konnte ich aber auch interkalar sehen. Die Wände sind auch hier höchstens gelb, niemals dunkelbraun und niemals auffallend dick. Es ist merkwürdig, dass ich interkalar in den Hauptzweigen ganze Reihen von Heterozysten beobachten konnte, die überhaupt keine Seitenzweige getragen haben. In diesen Fällen konnte ich im Pha-



III. *Oscillatoria inaequalis* n. sp.; 112. *O. raytonensis* n. sp.; 113—114. *O. subtropica* n. sp.; 115. *O. tenuis* AG. var. *tergestina* (KG.) RABH.; 116—117. *O. transvaalensis* n. sp.; 118. *Phormidium tenue* (MENEGH.) GOM. — Vergr. 850/1.

senkontrast eine gemeinsame, wahrscheinlich von den Wänden des ursprünglichen Fadens herstammende Hülle wahrnehmen. Die Dauerzellen standen stets einzeln. Die Abmessungen stimmen mit denen der Diagnosen überein, besonders wenn man auch die „var. *maior MöBIUS*“ in Betracht zieht, wodurch die grossen Möglichkeiten der Schwankungen angedeutet werden. Im Gegensatz zu den Behauptungen einiger Autoren, habe ich niemals Fäden mit verdickten Enden gesehen. — Abb. 105—107.

208. *Microcystis scripta* (RICHTER) LEMM. — X.

209. *Nostoc punctiforme* (KG.) HARIOT — D. — Die gesehenen Exemplare können kaum als typische betrachtet werden, da sie durch die Abmessungen ihrer Zellen, Dauerzellen und Heterozysten eigentlich einen Übergang zu der var. *populorum* GEITLER bilden. Deshalb habe ich es nötig gefunden, einige Details der gesehenen Exemplare im Phasenkontrast auf den Abb. 108—109 wiederzugeben.

210. *Oscillatoria amphibia* AG. — XIV. — Die gesehenen Fäden waren nur  $2,5 \mu$  dick.

211. *O. geminata* MENEGH. — D. — Die gesehenen Fäden erreichten eine Breite von nur  $2 \mu$ . Die Endzelle ist nicht ganz regelmässig abgerundet, aber etwas konisch und länger als die anderen Zellen des Trichoms. Die Zellen sind immer viel, meistens 3—5 mal länger als breit. Alle Fäden waren in auffallend lebhaften Bewegungen begriffen. — Abb. 110.

212. *O. inaequalis* n. sp. — XII. — Die einzige, mir bekannte Spezies, die einige Aehnlichkeit mit den in dem angeführten Material gesehenen Fäden aufweist, ist die *O. producta* W. et G. S. WEST, von der sie aber grundsätzlich verschieden waren. Der Durchmesser des Fadens ist  $2,5—3 \mu$ , die Länge der Zellen  $1,5—7 \mu$ , d.i. sie sind sehr ungleichmässig lang. An den Enden des Fadens sind die letzten 2—3, manchmal 4 Zellen verdünnt, sie bilden somit eine der *O. producta* ähnliche Spitze, die hier aber, wie bereits beschrieben, nicht nur aus einer einzigen Zelle besteht. Diese Endzellen sind durch eine konische Zelle zu den anderen Teilen des Fadens gebunden, welche noch einen ganz normalen Zellinhalt aufweist. Die verdünnten — kaum  $1—1,2 \mu$  dicken — Spitzenzellen enthalten dagegen sehr wenig Farbstoff, ihr Protoplasma ist sehr fein, kaum sichtbar gekörnt. Pseudovakuolen habe ich nicht gesehen. Die Bewegungen der Fäden sind denen anderer *Oscillatoria*-Arten vollkommen ähnlich. — Abb. 111.

213. *O. nigra* VAUCH. — I.

214. *O. raytonensis* n. sp. — XIX, XX. — Die Art gehört zu der Verwandtschaft der *O. limosa* AG., da aber diese sog. Art sicher auch selbst eine Sammelspezies ist (vgl. auch GEITLER 1925), ist eine Identifikation nicht möglich, desto mehr, da die hier gesehenen, ausserordentlich dicken Fäden auch die höchsten Grenzen der Dicke

der *O. limosa* übertreffen. Die Zellen sind bei dieser übrigens sehr konstanten und besonders im Material XIX häufigen Art 32—33  $\mu$  dick, scheibenförmig, nur 3—4  $\mu$  lang, die Endzellen sind auch nur etwas konisch, und nicht über 4—4,5  $\mu$  lang. Die Trichome sind mit einer dünnen, nur im Phasenkontrast sichtbaren Gallerthülle umgeben, ziemlich lebhaft beweglich. In den Protoplasten konnte ich keine Pseudovakuolen, Keritomie oder Punktierungen neben den Querwänden entdecken, sie haben nur den typischen Bau gesunder, normal entwickelter *Oscillatoria*-Zellen. Hier wäre noch zu bemerken, dass die Ökologie der *O. raytonensis* auch nicht mit der der *O. limosa* übereinstimmt, da diese neue Art sicher eine Bewohnerin saurer und verhältnismässig oligotropher, aber mesothermer Gewässer ist. — Abb. 112.

215. *O. subtropica* n. sp. — XV. — Die Art steht wahrscheinlich der *O. Pristleyi* W. et G. S. WEST am nächsten, mit der sie aber keinesfalls zu vereinigen ist. Diese Fäden sind gänzlich gleichmässig dick, auch an den Enden nicht verjüngt. Die Endzelle ist konisch und hat eine dickere, stärker lichtbrechende Wandung und einen körnchenlosen, durchsichtigen, farblosen Inhalt. Der Durchmesser der Trichome beträgt 4  $\mu$ , die Länge der Zellen 2—4, manchmal 5  $\mu$ . Die Querwände sind nicht gekörnt, im Protoplast sind aber meistens einige stärker lichtbrechende Körnchen (Pseudovakuolen?) sichtbar. Die Bewegungen verursachen verschiedene Krümmungen, wodurch auch geringfügige Formveränderungen der Endzellen entstehen können. — Abb. 113—114.

216. *O. tenuis* AG. — D.

217. *O. tenuis* AG. var. *tergestina* (KG.) RABH. — I, X, XVIII, XX. — In einigen Materialien, so besonders in XVIII und XX sind die gesehenen Exemplare etwas atypisch, da die Punktierung der Querwände meistens nur sehr undeutlich sichtbar ist. Die Ökologie dieser Form stimmt hier übrigens keinesfalls mit den Beschreibungen überein, da hier von „verschmutzten“, d.i. eutrophischen Gewässern keine Sprache sein kann. Ich habe es allerdings nötig gefunden, eins der gesehenen atypischen Exemplare auf der Abb. 115 darzustellen.

218. *O. transvaalensis* n. sp. — V. — Diese Art ist sowohl von der *O. raytonensis* mihi, als auch von der *O. Bonnemaisonii* (CROUAN) GOM. abweichend. Der Durchmesser des Trichoms ist hier meistens 38—40  $\mu$  und die Länge der Zellen variiert zwischen 5—7  $\mu$ . Die Fäden—zumindest in diesem Material—waren durch abgestorbene Zellen unterbrochen. In diesen Stellen sind die noch lebenden mit mehr oder minder konvexen Querwänden begrenzt. Ob hier die Fäden nur durch die Zellwände oder auch durch eine dünne Gallerthülle zusammengehalten werden, konnte ich nicht einmal im Phasen-

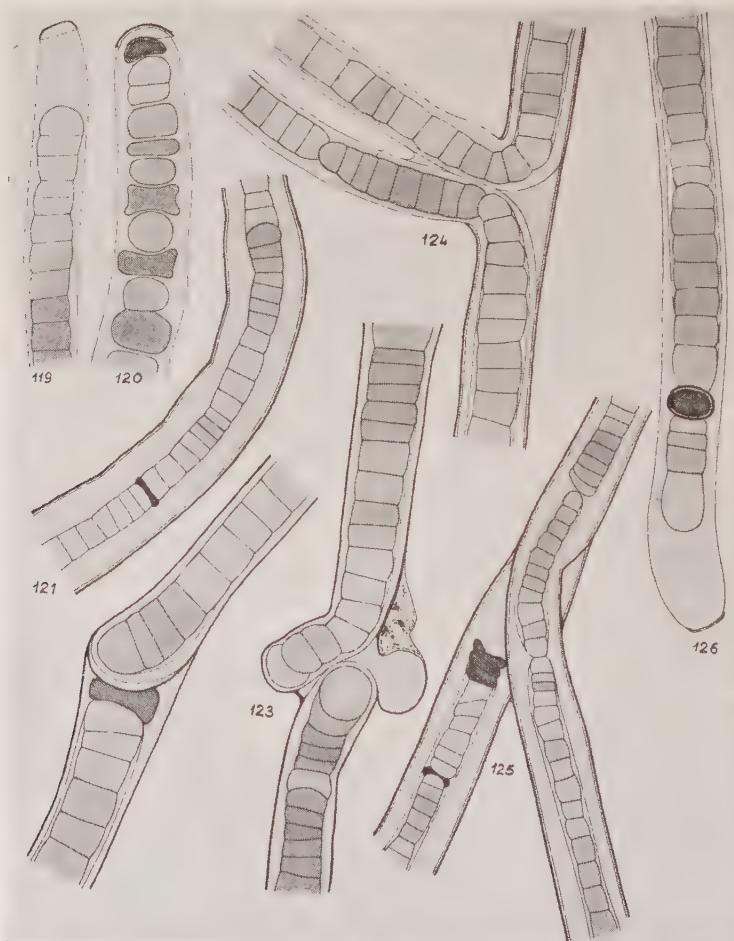
kontrast entscheiden. Die Endzellen sind meistens etwas länger als die gewöhnlichen interkalaren vegetativen Zellen und auch konvex, meistens konkav—konvex gebogen. In den weitaus meisten Fällen ist nicht nur die Endzelle, sondern sind auch die zwei letzten Zellen des Fadens auf die beschriebene Weise deformiert. Hier muss noch bemerkt werden, dass wohl keine Einschnürungen über die Querwände zu beobachten sind, dass aber der Durchmesser der Einzelzellen kleinen Schwankungen unterworfen ist, wodurch ein nicht ganz regelmässiger Verlauf der Längswände zustande kommt. Ich konnte auch bei dieser ausserordentlich dicken Art eine Bewegung beobachten. — Abb. 116—117.

219. *Phromidium tenuie* (MENEGH.) Gom. — VII. — Da die mir bekannten Abbildungen und Beschreibungen die Gallerthülle kaum oder gar nicht darstellen, habe ich es nötig gefunden, diese im Phasenkontrast auf der Abb. 118 wiederzugeben, Sie ist besonders in der Nähe der Spitze ausserordentlich deutlich.

220. *Schizothrix mexicana* GOM. — XI. — Die in diesem Material ziemlich häufigen, bis 3 mm grossen Coenosen habe ich als zur oben angeführten Art gehörigen betrachtet, von den mir bekannten Diagnosen zeigen sie aber einige Abweichungen, so sind z.B. die Trichome immer etwas dicker ( $6-7 \mu$  anstatt  $5 \mu$ ). Die einzelnen Fäden sind durch ziemlich dünne Gallerthüllen lose miteinander verbunden, die Trichome über die Querwände einigermassen eingeschnürt und die Zellen immer länger als breit. Durch die Abweichungen ist es nötig gewesen, auf der Abb. 119 einen Teil der Coenosen darzustellen.

221. *Scytonema transvaalensis* n. sp. — VII, X, XVII — Vor allem muss ich bemerken, dass ich die Abgrenzung der Gattungen *Tolyphothrix* und *Scytonema* für völlig willkürlich und vielleicht auch, besonders auf dem heutigen Grundschatz, überflüssig halte. Da aber eine gründliche Klärung dieser Frage eine tiefgreifende Revision aller Gattungen der *Scytonemataceae* bedeuten würde, wozu man in vielen Fällen lebendes oder gut fixiertes Material untersuchen müsste, versuche ich es vorläufig nicht, etwas am heutigen Zustand zu verändern. Die in den oben angegebenen Materialen meistens reichlich vorkommenden Fäden musste ich für ein *Scytonema* halten, die dem *S. javanicum* (KG.) BORN. am nächsten steht, von dem es aber grundsätzlich abweicht. Die Trichome sind beinahe immer  $7,5 \mu$  dick, die Dicke der Fäden variiert zwischen  $10-14 \mu$ , da die Gallerthülle in den älteren Abschnitten beträchtlich dicker ist. Die Scheinverzweigungen sind von den Heterozysten gänzlich unabhängig gebildet, obzwar ich in der Nähe der Verzweigungen öfters Heterozysten beobachten konnte. Die Verzweigungen können vielfach mit einer Anhäufung der Gallerete gepaart gehen, wodurch der Eindruck entsteht, dass die Gallerete der zukünftigen Scheinzweige zumindest teilweise

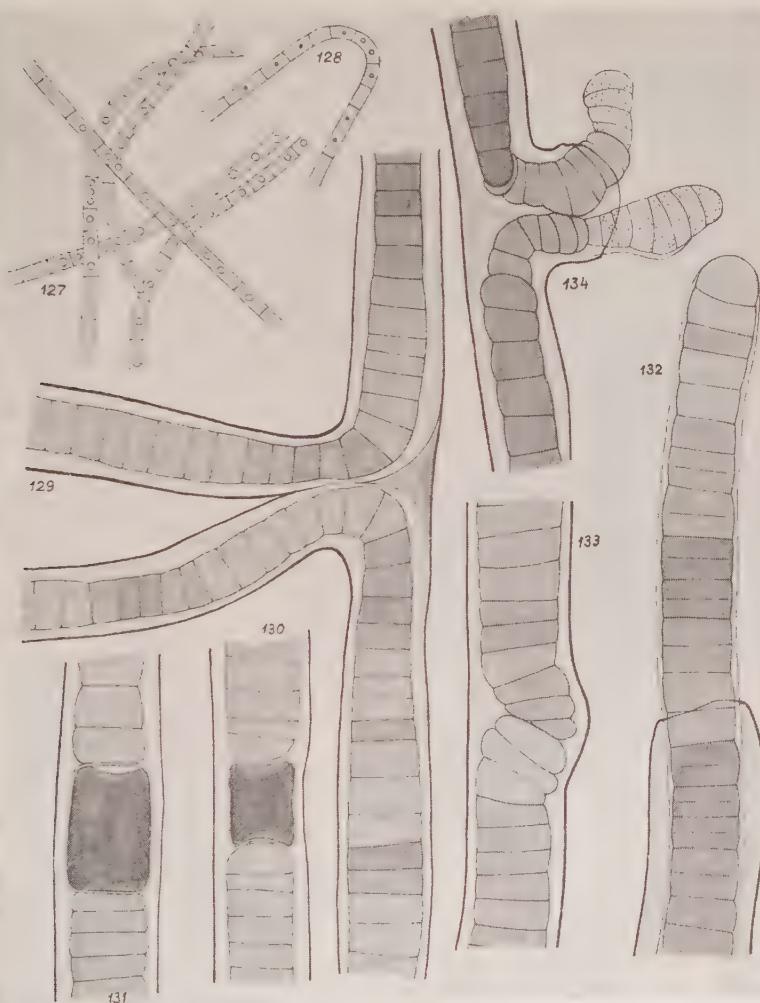
voraus gebildet wird. In anderen Fällen, besonders bei älteren Verzweigungen, konnte ich auch eine Abgrenzung gewisser Fadenstücke beobachten, die vielleicht mit einer erneuten Verzweigung, oder aber vielleicht auch mit einer Hormogonienbildung im Zusammenhang stehen kann. Es ist allerdings aufgefallen, dass in vielen Fällen ganze Zellreihen — auch in den Fadenenden — absterben können. Die toten Zellen sind manchmal voneinander getrennt, manchmal durch die weiterwachsenden Trichomteile zusammengedrückt, sie zeigen aber oft auch Zwangformen, die durch die Gallerthülle verursacht werden könnten. Die Gallerthülle hat eine sicher ziemlich



119—126. *Scytonema transvaalensis* n. sp. — Vergr. 850/1.

feste Oberflächenschicht, die an den Fadenenden nicht verdickt ist. Übrigens geben die Abb. 119—126 alle Einzelheiten der Entwicklung und Morphologie dieser interessanten Art wieder.

222. *Symploca cartilaginea* (MONT.) GOM. — D. — In dem Material habe ich die Art reichlich beobachtet. In den meisten Zellen konnte ich das Vorhandensein von zumindest einer Pseudovakuole feststellen. Die Fäden sind nicht gänzlich parallel angeordnet und



127—128. *Symploca cartilaginea* (MONT.) GOM.; 129—134. *Tolypothrix africana* n. sp. — Vergr. 850/1.

die Endzellen habe ich auch mehr abgerundet zylindrisch gefunden. Durch diese Abweichungen ist es nötig, um die Abb. 127—128 von dieser Art zu geben.

223. *Tolypothrix africana* n. sp. — VIII. — Die Art gehört in die Verwandtschaft der *T. campylonemoides* GHOSE und *T. limbata* THUR., sie weicht aber von beiden so tiefgreifend ab, dass ich sie als eine neue, bisher nicht beschriebene Art auffassen muss. Die Trichome sind meistens 10  $\mu$  breit, sie können aber in schnell wachsenden Teilen und in den Krümmungen der Verzweigungen viel dünner (etwa 6  $\mu$ ) sein. Die Länge der Zellen ist meistens nur  $\frac{1}{4}$  —  $\frac{1}{3}$  der Breite, in einigen Abschnitten mit einem niedrigen Teilungsrhythmus kann die Länge 6—7  $\mu$  erreichen, die Zellen sind aber niemals länger als breit. Die Gallerthüle ist meistens 3  $\mu$  dick, gelblichbraun und auch im Phasenkontrast ungeschichtet. Eine Ausnahme bilden die schnell wachsenden Astenden und jungen Verzweigungen, wo die Hülle viel dünner (etwa 1  $\mu$ ) und gänzlich farblos ist. Auf diesen Stellen kann man tadellos beobachten, dass die Hüllen der neuen Zweige und Astenden innerhalb der alten Hülle und durch die sich teilenden Zellen selbst erzeugt werden. Die Grenzen der neuen Hüllen sind wahrscheinlich nur durch Verschleimung verschwommen. Die Verzweigungen entstehen ziemlich unregelmässig und sind von den Dauerzellen, aber auch von den sehr seltenen Heterozysten unabhängig. Paarweise Verzweigungen konnte ich niemals beobachten, auch nicht, dass am Ende oder Basis der Zweige eine Heterozyste auftreten sollte. Die Verzweigungen werden durch einen regen Teilungsrhythmus eingeleitet, wodurch endlich eine Spannung in den Fäden zu entstehen scheint (Abb. 133) und die nebeneinander verschiebenden Oberflächen der neugeformten Spitzenzellen die alten Gallerthüllen durch brechen (Abb. 134). Die Teile mit einem ungewöhnlich hohem Teilungsrhythmus sind scharf von den sich normal teilenden Abschnitten des Trichoms abgesondert, wodurch die auf der Abb. 132 und 134 dargestellte Zustände entstehen. Die Seitenzweigbildenden Zellen verhalten sich in allen Hinsichten abweichend, so muss z.B. auch der innere Druck der Zellen verschieden hoch sein, da sonst die ungleichmässige Dicke dieser Zellen nicht verständlich wäre. Die Dauerzellen entstehen ebenso, wie die Heterozysten, d.i. interkalar, sie waren aber — zumindest in den hier untersuchten Fäden — viel häufiger, als die Heterozysten. Die Länge der Dauerzellen ist etwa 20  $\mu$ , ihre Breite 12  $\mu$ . Die Wände dieser Gebilde sind verdickt, ihre Farbe ist auffallend rötlichbraun (die Heterozysten sind dunkel blaugrün). Hier muss noch bemerkt werden, dass ich öfters auch abgestorbene Zellen gesehen habe, die wahrscheinlich bei den Scheinverzweigungen eine Rolle spielen, da sie auf den Enden der neuen Seitenzweige oder aber zwischen den

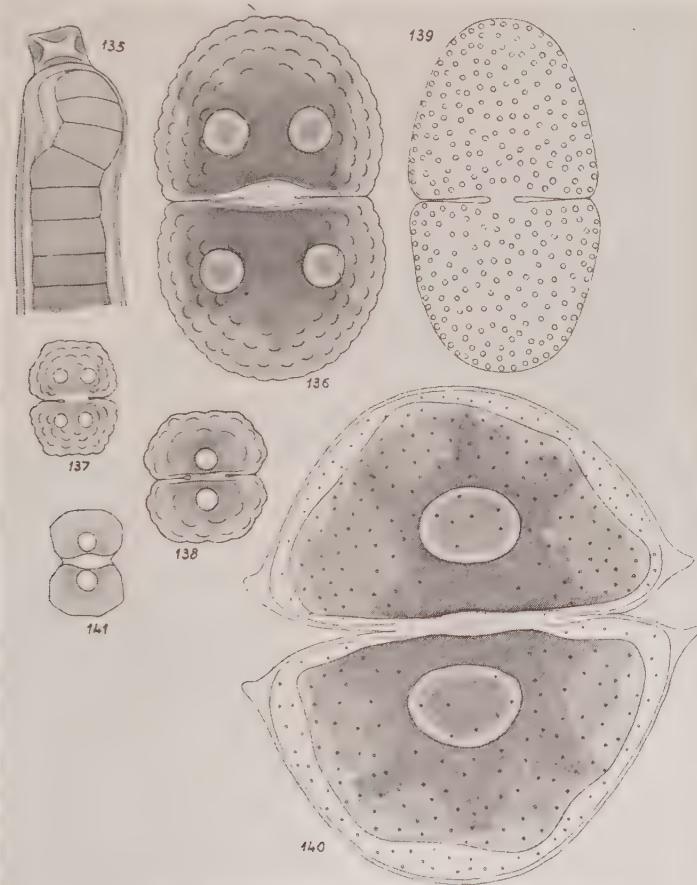
Trichomen einer Scheinverzweigung am häufigsten vorkommen. — Abb. 129—135.

## DESMIDIALES

224. *Closterium abruptum* W. et G. S. WEST — F.

225. *C. Cynthia* de Not. — III, IV, XVII.

226. *C. Jenneri* RALEFS — F — In der Terminalvakuole habe ich hier meistens nur ein Granulum gesehen.



135. *Tolypothrix africana* n. sp.; 136. *Cosmarium amoenum* BRÉB. var. *medio-laeve* NORDST.; 137. *C. bipunctatum* BÖRG; 138. *C. furcatospermum* W. et G. S. WEST; 139. *C. Gayanum* DE TONI; 140. *C. smolandicum* LUND n. var. *maiis*; 141. *C. sphagnicolum* W. et G. S. WEST forma? — Vergr. 850/1.

227. *C. Kützingii* BRÉB. var. *vittatum* NORDST. — VIII.

228. *C. lunula* (MULL.) NITZSCH. f. *minor* W. et G. S. WEST — V.

229. *C. parvulum* NAEG. — XIII.

230. *C. Pritchardianum* ARCH. — V.

231. *C. rostratum* E. — V; F.

232. *C. rostratum* E. var. *brevirostratum* W. et G. S. WEST — IV.

233. *C. setaceum* E. — IV. — In dem Material habe ich auch etwas breitere — 13  $\mu$  breite — Exemplare gesehen. Es ist mir nicht ganz deutlich, ob diese Art von der vorherigen wirklich scharf abgegrenzt werden könnte.

234. *C. striolatum* E. — I, IV, XIII, XIX, XX. — In den Fundorten I und IV kommen auch kürzere, kleinere Formen — Länge 200—210  $\mu$ , Breite 25  $\mu$  — vor, die aber durch gänzlich allmähliche Übergänge zu dem Typus gebunden sind.

235. *C. tumidum* JOHNSON — XVII.

236. *Cosmarium amoenum* BRÉB. var. *mediolaeve* NORDST. — D, F. — Da diese Form, die hier ziemlich häufig ist, bisher nur selten gesehen wurde, habe ich ein Exemplar auf der Abb. 136 dargestellt.

237. *C. anceps* LUND. f. *crispulum* NORDST. — V.

238. *C. binum* NORDST. — I.

239. *C. bipunctatum* BÖRG. — XVIII. — Ebenfalls eine bisher nur selten beobachtete Form, s. Abb. 137.

240. *C. botrytis* MENEGH. — X; F.

241. *C. cucurbita* BRÉB. var. *attenuatum* G. S. WEST — VI, VIII.

242. *C. didymochondrum* NORDST. — IV.

243. *C. furcatospermum* W. et G. S. WEST — VI; D. — Eine bisher ziemlich selten gesehene, in den sauren Gewässern Süd-Afrikas aber wahrscheinlich allgemein verbreitete Form. — Abb. 138.

244. *C. Gayanum* de TONI — VIII, XIII. — Im Material VIII habe ich auch nur 60  $\mu$  lange und 35  $\mu$  breite Individuen gesehen, da diese aber sonst den mir bekannten Diagnosen vollauf entsprechen — wie es auch durch die Abb. 139 gezeigt wird — halte ich es nicht für nötig, diese Formen zu benennen, desto mehr, da die Übergänge lückenlos sind.

245. *C. microsphinctum* NORDST. — XIX.

246. *C. phaseolus* BRÉB. f. *minus* BOLD. — D. — Der Übergang nach dem Typus ist ganz allmählich.

247. *C. pseudoarctoum* NORDST. — F. — Die hier gesehenen Exemplare entsprechen vollkommen der „Forma“, die WEST and WEST (1912) auf Taf. 68, Fig. 15 darstellen.

248. *C. pseudonitidulum* NORSDT. — VI.

249. *C. pseudopyramidatum* LUND. — XIII, XVIII, XX, XXII. — In einigen der angeführten Materialien habe ich auch grössere — z. B. 55—59  $\mu$  lange und 35—39  $\mu$  breite — Exemplare gesehen, die aber

mit allmählichen Übergängen zu dem Typus gebunden sind und so halte ich ihre Benennung für überflüssig, desto mehr, da die Art auch eine viel grössere Varietät — die var. *stenonotum* NORSDT. — hat.

250. *C. pyramidatum* BRÉB. — XIII.

251. *C. quadrifarium* LUND f. *polystichum* W. et G. S. WEST — V.

252. *C. smolandicum* LUND n. var. *maius* — XIII. — Die gesehene Exemplare entsprechen der Diagnose wohl tadellos, ihre Abmessungen sind aber beträchtlich grösser, da sie meistens 72—78  $\mu$  lang und — ohne Dorn — 65  $\mu$  breit waren. Der Dorn ist 4,5  $\mu$  lang. Ich habe es nötig gefunden, diese charakteristisch abweichenden, grösseren Formen von dem Typus abzutrennen. — Abb. 140.

253. *C. sphagnicolum* W. et G. S. WEST — D. — Die gesehene Exemplare weichen gewissermassen vom Typus ab — sie sind 18  $\mu$  lang, 13  $\mu$  breit mit einem Isthmus von 10  $\mu$  — so dass ich es für nötig halten musste, eins der gesehene Exemplare auf der Abb. 141 darzustellen.

254. *C. tetraophthalmum* BRÉB. — III, X, XVII, XVIII, XIX.

255. *C. trilobulatum* REINSCH — IV, XXII.

256. *C. viride* (CORDA) JOSH. f. *minus* WEST — D, F.

256. *Cylindrocystis Brebissonii* MENEGH. — VIII.

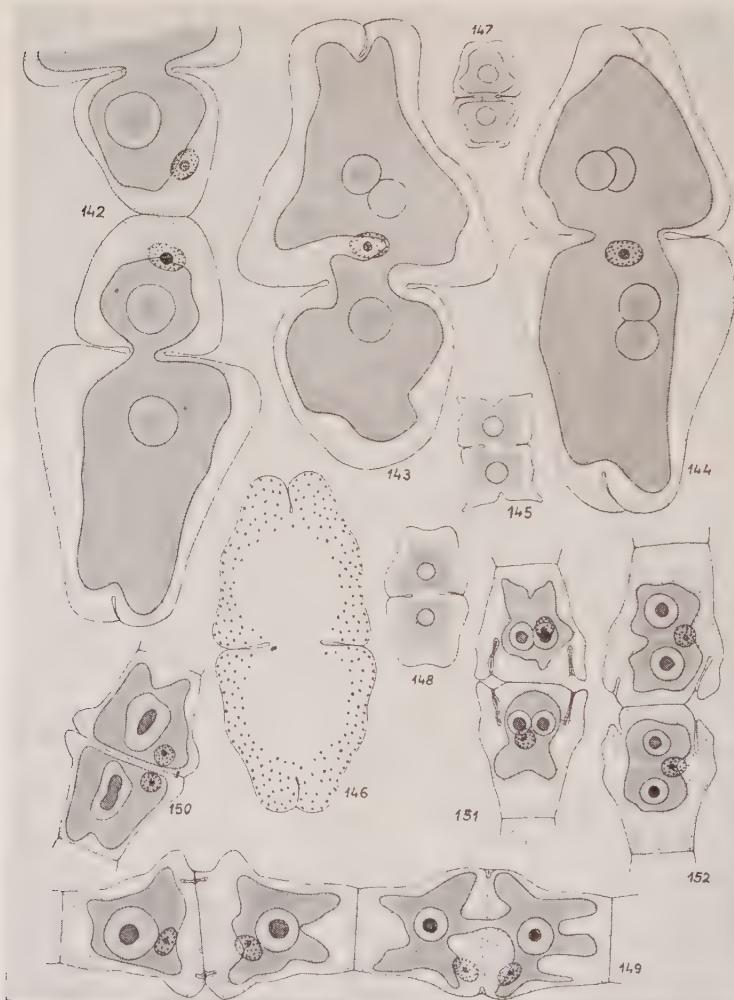
258. *C. Brebissonii* MENEGH. var. *minus* W. et G. S. WEST — D.

259. *C. crassa* de BARY — IX. — In diesem Material habe ich auch sehr kurze Exemplare gesehen (z.B. 37,5  $\mu$  lang und 18—19  $\mu$  breit) Da sie gänzlich allmählich in die typische Form übergehen, halte ich die Benennung dieser Abweichungen für überflüssig.

260. *Desmidium Schwartzii* AG. — III, V, VI, X, XI. — Die Zellen sind wohl in ihren Abmessungen manchmal von dem Typus abweichend (die Breite schwankt zwischen 30 und 45  $\mu$ ), ich halte aber doch alle die gesehene vielen Exemplare für dem Typus angehörig. In einer Kultur in saurem, aber ziemlich warmem (21—25° C) Medium — pH 5,7 — ist die Vermehrung der Art ausserordentlich lebhaft, so dass sie sicher als eine mesotherme, aber stenotypisch azidobiontische Spezies gelten muss.

261. *Euastrum ansatum* RALFS — II, V, VI, XIII, XVII, XVIII, XIX, XX, XXII — Die Art ist in den Rayton-Materialien, besonders in den Proben XIX und XX sehr reichlich vertreten, demzufolge konnte ich auch die Zellteilung der Art näher beobachten und feststellen, dass die Zellen erst auf die bekannte Weise die Anfänge der neuen Zellhälften ausbilden. Vor diesem Zustand ist die Kernteilung schon abgeschlossen, da man in den ganz jungen, unentwickelten Zellhälften deutlich das Vorhandensein von Ruhekernen feststellen kann. Die durch die Teilung voneinander geschiedenen Chromatophorhälften wachsen durch eine Ausstülpung in die neuen Zellhälften ein (ob hier eine selbständige Bewegung der Chromatophoren vor-

liegen sollte, muss dahingestellt bleiben). Ein Pyrenoid eilt voraus, da es schon in ganz jungen Zuständen in den wachsenden Zellhälften vorhanden ist (Abb. 142). Die Kerne wandern etwas später nach der Mitte, nehmen aber ihre gewöhnliche Ruhelage im Isthmus nicht ein, da sie einstweilen in den alten Zellhälften zu sehen sind. In diesem Zustand teilen sich die Pyrenoide, wodurch ihre Zweizahl



142—144. *Euastrum ansatum* RALFS; 145. *E. dubium* NAEG. n. var. *transvaalense*; 146. *E. inerme* (RALFS) LUND n. f. *africanum*; 147. *E. insulare* (WITTR.) Roy; 148. *E. sublobulatum* BRÉB.; 149—152. *Gymnoziga Brébissonii* (KG.) NORDS. — Vergr. 850/1.

per Zellhälfte (per Chromitophor) wieder hergestellt wird. Die Teilung der beiden Pyrenoide geht aber nicht simultan, das in der älteren Zellhälfte eilt mehr oder minder voraus (Abb. 143). Die Teilung des Chromatophors erfolgt nach dem Abschluss der Pyrenoidenteilung und tritt wahrscheinlich erst ein, wenn die neue Zellhälfte vollkommen entwickelt ist. Der Kern nimmt seine gewöhnliche Ruhelage nur nach der Chromatophorenteilung ein, da er auch in beinahe gänzlich entwickelten Tochterzellen vor der Chromatophorenteilung noch in der älteren Zellhälfte, in der Nähe des Isthmus zu finden ist. Die gewöhnliche Ruhelage der Pyrenoide ist ebenfalls nur nach der Chromatophorenteilung wieder hergestellt (Abb. 144). Hier muss noch bemerkt werden dass während der Teilung, besonders während der Chromatophorenwanderung, auch eine passive Erweiterung des Isthmus zu beobachten war.

262. *E. dubium* NAEG. n. var. *transvaalense* — XI. — Eine durch ihre Abmessungen von dem Typus abweichende Form, die eine Länge von 29—30  $\mu$ , eine Breite von 18  $\mu$  und eine Isthmusbreite von 6—7  $\mu$  aufweist. — Abb. 145.

263. *E. inerme* (RALFS) LUND n. f. *africana* — XVII. — Die hier gesehenen 52—56  $\mu$  langen, 31  $\mu$  breiten Exemplare stimmen habituell gut mit der Zeichnung von W. and G. S. WEST (1908) auf der Taf. XXXVI, Fig. 10 überein, da sie aber kleiner sind, halte ich es für zweckmäßig, die hier gesehenen Exemplare als neue Form abzusondern, desto mehr, da hier von einem Übergang keine Sprache ist. — Abb. 146.

264. *E. insulare* (WITTR.) ROY — X. — Da die gesehenen keinesfalls als vollkommen typische Exemplare betrachtet werden können, habe ich von denen eins auf der Abb. 147 dargestellt.

265. *E. obesum* JOSH. — XX.

266. *E. sinuosum* LENORM. var. *reductum* W. et G. S. WEST — XIII

267. *E. sublobulatum* BRÉB. — XIII, XVIII. — In beiden Materialien habe ich nur 20  $\mu$  lange und 12,5  $\mu$  breite Exemplare gesehen. — Abb. 148.

268. *Gonatozygon Brébissonii* de BARY — F.

269. *G. Brébissonii* de BARY var. *laeve* (HILSE) W. et G. S. WEST — XX; D, F.

270. *G. Brébissonii* de BARY var. *minutum* W. et G. S. WEST — VIII.

271. *G. monotaenium* de BARY — VII, XIII.

272. *Gymnozyga Brébissonii* (KG.) NORST. — IX, XVI; F. — In den beiden Rayton-Materialien ist die Art sehr häufig. Es ist allerdings bemerkenswert, dass sie nur in den Standorten vorkommt, in welchen auch *Anomoeoneis serians* reichlich vertreten ist. — Das reichliche Material hat es mir ermöglicht, die Zellteilung dieser

bisher wenig untersuchten Form eingehend zu studieren. Am Anfang des Vorgangs wandert der Kern nach einer Seite (Abb. 149, Zelle rechts), wo die Kernteilung stattfindet und erscheint — zentripetal — die Anlage der Scheidewand. Der Chloroplast bleibt an seinem ursprünglichen Platz, wird aber durchgeschnürt und durch die sich entwickelnde Wand durchgeschnitten (Abb. 150). Die Verdickung der neuen Zellwand ist nicht gleichmässig, auf der am Anfang dünnen Wandung entstehen sehr kürzlich — wahrscheinlich durch lokales interkalares Wachstum — zwei Falten, die am Anfang noch dünn und nicht besonders lang sind (Abb. 149, links). In diesem Zustand sind die Tochterzellen nur durch eine schwache Geradenstreckung der zwei grossen Ausbuchtungen etwas verlängert, eine weitere Verlängerung erfolgt vorläufig noch nicht. In dieser Zeit entwickeln sich die am Anfang noch kleinen und dünnen Leisten (Falten), ziehen sich die Chromatophorenhälften zusammen und teilt sich auch das Pyrenoid (Abb. 151). Der Kern verlässt seine anfängliche Position und wandert nach der Mitte. Die Teilung der Pyrenoide erfolgt immer transversal (Abb. 151), die Tochterpyrenoiden begeben sich nach einer Drehung von  $90^{\circ}$  nach den Polen (Abb. 152), wobei auch die mittlere Einschnürung des Chloroplasts ausgebildet wird und der Zellkern seine Ruheposition zentral in der Einschnürung des Chromatophors einnimmt. In den inzwischen vollentwickelten Leisten (Falten) löst sich die Mittellamelle wahrscheinlich auf, wonach die aufeinandergefalteten Wandabschnitte sich frei strecken können und durch diese Streckung wird die normale Länge einer Ruhezelle verhältnismässig schnell erreicht (Abb. 152, wo die Streckung deutlich sichtbar ist). Die Ausbildung des Isthmus und das Erreichen der Ruhelage der Chromatophoren erfolgt erst nach der Streckung. Aus der Beobachtung dieser Erscheinungen ist auch deutlich, dass in der Ruhezelle nur ein Chromatophor mit zwei Pyrenoiden vorhanden ist, dass der Kern in einer mittleren Einschnürung des Chromatophors zu finden ist und dass das Chromatophor nur während der Zellteilung geteilt wird.

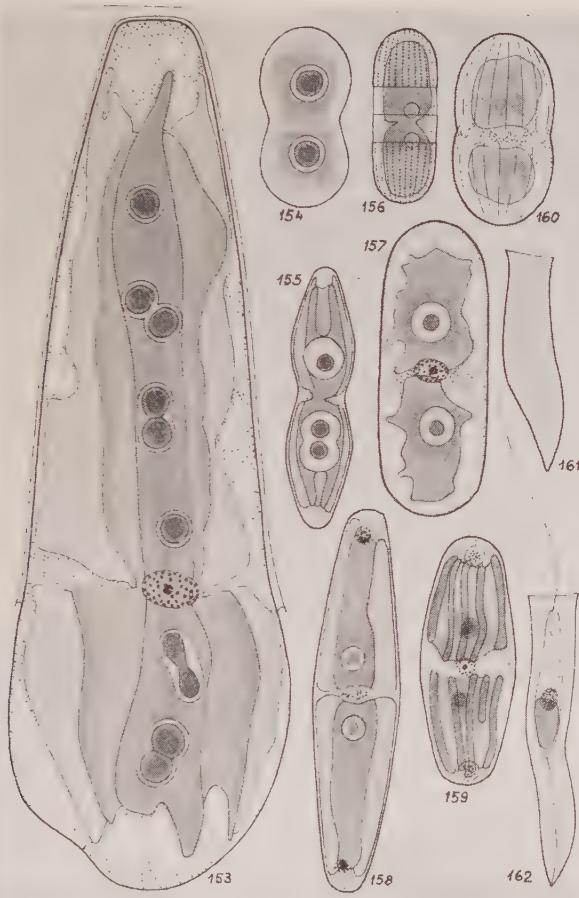
273. *Hyalotheca dissiliens* (W. SM.) BRÉB. — F.
274. *Mesotaenium chlamydosporum* de BARY — I.
275. *M. macrococcum* (KG.) ROY et BISSETT. — IV.
276. *Micrasterias denticulata* BRÉB. — X.
277. *M. denticulata* BRÉB. var. *angusta* W. et G. S. WEST — III. — Ausser den typischen habe ich in diesem Materiale auch nur  $150 \mu$  breite Exemplare gesehen, die aber mit allmählichen Übergängen zu der typischen Variation gebunden sind.
278. *M. oscitans* RALFS — F. — Diese bisher nur selten beobachtete Art kommt im angegebenen Material in vielen sehr typischen Exemplaren vor.

279. *M. papillifera* BRÉB. var. *glabra* NORDST. — D. — In diesem Material ist sie die häufigste Desmidiacee. Es ist merkwürdig, dass ich sie in den anderen Standorten nicht auffinden konnte.

280. *M. truncata* (CORDA) BRÉB. — XIII.

281. *Microtaenium mirificum* ARCH. — VIII. — Die gesehenen Individuen haben manchmal eine Länge von  $48 \mu$  erreicht.

282. *Netrium digitus* (E.) ITZIGS. et ROTHE — I, V, VI, VII, VIII, IX, XIII, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX. — Sie ist zweifellos die



153. *Netrium interruptum* (BRÉB.) LÜTKEM.; 154. *Penium cruciferum* (DE BARY) WITTR.; 155. *P. curtum* BRÉB.; 156. *P. cuticulare* W. et G. S. WEST; 157. *P. Jenneri* RALFS; 158—159. *P. navicula* BRÉB. var. *crassum* W. et G. S. WEST; 160. *P. phymatosporum* NORDST. n. var. *crassulum*; 161—162. *Dinobryon cylindricum* LEMM. n. var. *africanum*. — Vergr. 850/1.

häufigste Desmidiacee der Rayton-Materialien und ich halte es für auffallend, dass sie in Leeufontein überhaupt nicht vorkommt, weshalb die Art eine mehr stenotypisch azidophile sein muss. In manchen der Fundorte konnte ich auch ausserordentlich grosse Exemplare (bis zur 440  $\mu$  Länge und 73  $\mu$  Breite) beobachten, die aber sicher zu der Art gehören und durch die lückenlosen Übergänge keinesfalls als Varietäten aufgefasst werden könnten.

283. *N. digitus* (E.) ITZIGS. et ROTHE var. *constrictum* W. et G. S. WEST — XVIII. — Ich halte die Benennung ähnlicher Formen für verfehlt und gänzlich überflüssig, da auch diese mit lückenlosen Übergängen durch Zwischenformen zu dem Typus gebunden sind.

284. *N. interruptum* (BRÉB.) LUTKEM. — XVIII. — Einige der gesehenen Exemplare sind kleiner als der Typus. Einen Teilungszustand habe ich auf der Abb. 153 dargestellt, da dieser nicht nur die Entwicklung der Chloroplastenhälften, sondern auch die Teilung der Pyrenoiden tadellos zeigt. Der Chloroplast scheint in die sich mit unregelmässigen Konturen streckende neue Zellhälfte hineinzuwachsen. Es ist auch merkwürdig, dass die Wand der neuen Zellhälfte der inneren Lamelle der Wandung der älteren Hälfte entspricht. — Abb. 153.

285. *N. Naegelii* (BRÉB.) W. et G. S. WEST — F.

286. *N. oblongum* (de BARY) LUTKUM. var. *cylindricum* W. et G. S. WEST — IX; F. — Im Fundort F habe ich auch Individuen gesehen, die eigentlich Übergangsformen nach der Spezies waren.

287. *Penium crassiusculum* de BARY — XIII.

288. *P. cruciferum* (de BARY) WITTR. — I, III, VI, IX, X, XIII, XVII. — Manchmal habe ich auch etwas grössere oder zu den grössten bisher bekannten Individuen gehörige Exemplare gesehen. So ein grosses Individuum stellt die Abb. 154 dar.

289. *P. cucurbitinum* BISS. — III.

290. *P. curtum* BRÉB. — XVII. — Die gesehenen Exemplare waren zwar schlank, durch ihre typische Form kann aber kein Zweifel bestehen, dass auch diese hierher gehören, vielleicht könnten sie als „Forma“ besonders benannt werden. — Abb. 155.

291. *P. cuticulare* W. et G. S. WEST — VII. — Da die Art bisher nur selten beobachtet wurde, habe ich ein Exemplar auf der Abb. 156 dargestellt.

292. *P. cylindrus* (E.) BRÉB. — X, XX.

293. *P. Jenneri* RALFS — XIII, XVI, XVII, XX. — Einige Exemplare waren wohl etwas dicker, als es durch die Diagnosen angegeben wird, diese können aber doch keine besondere „Forma“ bilden, und so sind die Diagnosen in dem Sinnen zu verändern, dass einzelne Individuen eine Breite von 17  $\mu$  erreichen können. Da die Chromatophoren bisher unbekannt waren stelle ich ein Individuum (nach

einem lebenden Exemplar) auf der Abb. 157 dar.

294. *P. libellula* (FOCKE) NORDST. — VI, XVI.

295. *P. libellula* (FOCKE) NORSDT. var. *intermedium* ROY et BISSETT. — VIII, X.

296. *P. libellula* (FOCKE) NORDST. var. *interruptum* W. et G. S. WEST — II, III, V, X, XIII, XIX, XX. — Einige der gesehenen Exemplare sind wohl bis  $110 \mu$  lang gewesen, die ich aber doch durch die Struktur ihrer Chromatophoren hier einteilen musste.

297. *P. navicula* BRÉB. — D.

298. *P. navicula* BRÉB. var. *crassum* W. et G. S. WEST — III, X; D. — In allen angeführten Materialien habe ich sehr oft ausserordentlich kurze und dicke Individuen gesehen, die ich aber doch zu dieser bisher nur selten gesehenen Form einteilen musste. Die Exemplare haben oft kaum eine Länge von  $30 \mu$  bei einer Breite von  $10-15 \mu$  erreicht. Zwei der gesehenen Individuen wurden auf den Abb. 158—159 dargestellt.

299. *P. phymatosporum* NORDST. — XVI.

300. *P. phymatosporum* NORDST. n. var. *crassulum* — XI. — Die gesehenen Exemplare waren nur  $30 \mu$  lang, aber  $18 \mu$  breit. Sonst stimmen sie mit den Beschreibungen überein. Ich muss aber bemerken, dass hier die Streifung der Wände nur im Phasenkontrast deutlich hervortritt. — Abb. 160.

301. *P. rufescens* CL. — VIII.

302. *Pleurotaenium Ehrenbergii* (BRÉB.) de BARY — V, VI, XIII, XIX, XX.

303. *P. trabecula* (E.) NAEG. — IV.

304. *P. truncatum* (BRÉB.) NAEG. — V.

305. *Spirotaenia minuta* THUR. — VIII.

306. *S. obscura* RALFS — VIII.

307. *Straurastrum dilatatum* E. — D.

308. *S. punctulatum* BRÉB. f. *minus* W. et G. S. WEST — D.

309. *Tetmemorus Brébissonii* (MENEGH.) RALFS — VI.

310. *T. granulatus* (BRÉB.) RALFS — XVI.

311. *T. laevis* (KG.) RALFS — VIII, XVI.

## ANDERE GRUPPEN

312. *Batrachospermum helminthosum* SIRODOT — A. B.

313. *B. vagum* (ROTH) AG. var. *keratophyllum* (BORY) SIRODOT — XV — Ich habe nur einige sterile Exemplare gesehen, die aber sicher als hierher gehörig betrachtet werden müssen.

314. *Dinobryon cylindricum* LEMM. n. var. *africanum* — VIII. — In dem angeführten Fundort habe ich diese Form sehr häufig gese-

hen, die wohl der „var. *holsaticum* PASCHER“ nahe steht, damit aber doch keinesfalls identisch ist. Die Länge der Einzelgehäuse ist 38—60  $\mu$ , der Durchmesser 8  $\mu$ . Die Länge des trichterförmig zugespitzten Teils ist nicht immer so lang, wie auf der Abb. 162 sichtbar, der kann auch ziemlich kurz sein (Abb. 161). Übrigens stimmt die Organisation der Zelle, ihre Befestigung in dem Gehäuse völlig mit den entsprechenden Merkmalen der var. *holsaticum* überein. — Vermutlich eine stenotypisch azidobiontische aber mesotherme Form der azidobiontischen Spezies.

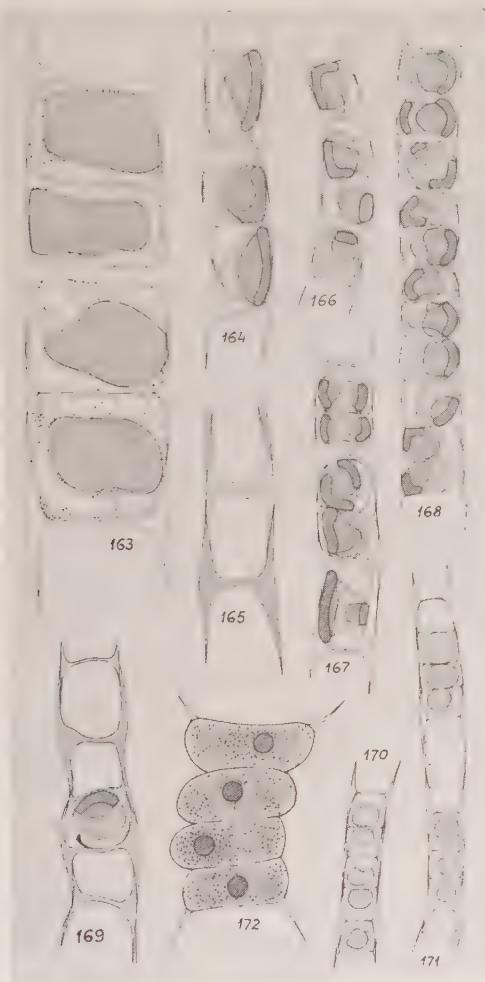
315. *D. sociale* E. — II, XVI. — Besonders im Material XVI sehr reichlich vertreten.

316. *Gongrosira Debaryana* RABH. — XIX.

317. *Microspora crassior* (HANSG.) HAZEN — VIII. — Eine ziemlich unsichere Art, deren Beschreibung auffallend gut mit den hier gesehenen Fäden übereinstimmt. Der Durchmesser der Fäden ist 27—29  $\mu$ , die Länge der Einzelzellen 20—25  $\mu$ , d.i. immer kürzer als breit. Vermehrungszustände habe ich nicht beobachtet, ein Teil eines vegetativen Fadens wurde auf der Abb. 163 dargestellt.

318. *M. quadrata* HAZEN — D. — Die hier häufigen Fäden weichen etwas von den mir bekannten Beschreibungen ab, da sie meistens 6—7  $\mu$  dick waren und die Einzelzellen eine Länge von 5—7  $\mu$  erreicht haben. Bei der Zoosporenbildung konnte ich ähnliche Zustände sehen, wie ich die schon bei *M. stagnorum* beschrieben habe (vgl. CHOLNOKY 1932). Die Entwicklung dieser Art ist nicht besonders gut bekannt und so habe ich es nötig gefunden, einige charakteristische Zustände aus dem reichen Material in Abbildungen wiederzugeben. Abb. 164 stellt einen Teil eines vegetativen Fadens dar, in welchem die muldenförmigen Chromatophoren der Zellen gut sichtbar sind. Der charakteristische Bau der Zellwände ist besonders in den abgestorbenen Abschnitten und im Phasenkontrast deutlich sichtbar (Abb. 165). Bei der Akinetenbildung kann man keine besonders regen Kern- und Zellteilungen beobachten, wodurch nur mässig kurze Zellen entstehen. Die Protoplasten ziehen sich zusammen und die sich so abrundenden Akineten kommen durch Auseinanderweichen der H-Teilstücke der Wandungen frei (Abb. 166). Die Zellteilungen bei Gameten- und Zoosporenbildung sind viel mehr lebhaft — besonders im Verhältnis zur Streckung der Zellwände — aber nicht in allen Zellen von einem gleichmässigen Rhythmus, wodurch Abschnitte mit sehr ungleich langen Tochterzellen und ungleich dicken Wandungen entstehen (Abb. 167 u. 168). In vielen Teilen der Fäden zeigen die Tochterzellen keinerlei Regelmässigkeit, sie sind mehr oder minder gleich lang. Andeutungen einer Tetradenbildung fehlen, so dass in diesen Fällen wahrscheinlich eine Zoosporenbildung vorliegt (Abb. 168). Die auffallend kleinen und kurzen

Zellen runden sich ab, die Protoplasten ziehen sich von den Wandungen zurück und in diesem Zustand erscheinen auch die Augenflecke (Abb. 169). Durch das Aufklappen der H-Stücke werden die Zoosporen freigelassen, die — zum mindesten in diesem Material — immer nur zwei gleich lange Geisseln aufweisen. In anderen Fadenstücken habe ich eine deutliche Tetradenbildung gesehen, bei welcher erst regelmässige Zweier- (Abb. 170) und später ziemlich regelmässige Vierergruppen entstehen (Abb. 171), die noch kleiner, als die



163. *Microspora crassior* (HANSG.) HAZEN; 164—171. *M. quadrata* HAZEN; 172. *Scenedesmus quadricauda* (TURP.) BRÉB. forma? — Vergr. 850/1.

zoosporenbildenden Zellen sind. Diese später auf die bekannte Weise auch hier mit zwei Flagellen freikommenden Gebilde halte ich für Gameten, eine Kopulation konnte ich aber nicht mit Sicherheit feststellen, da eine genaue Verfolgung des weiteren Lebens der Gameten in dem sehr viele andere Algen und Protozoen enthaltenden Material unmöglich war.

319. *M. stagnorum* (KG.) LAGERH. — VII. — Die H-Stücke der Wände sind — im Gegensatz zu den Behauptungen der einschlägigen Literatur — auch im vegetativen Zustand, besonders im Phasenkontrast, gut sichtbar (vgl. übrigens auch CHOLNOKY 1932).

320. *Scenedesmus denticulatus* LAGERH. — XVIII.

321. *S. quadricauda* (TURP.) BRÉB. — D. — Zu der Systematik dieser Sammelart muss eine Revision kommen, da eine genaue Identifikation der Formen kaum mehr möglich ist. Es wäre besonders eine genaue Bestimmung des systematischen Wertes der heute gebräuchlichen Merkmale sehr erwünscht. Ich habe allerdings eins der hier gesehenen Exemplare auf der Abb. 172 dargestellt und muss die genaue Einteilung und eventuelle Benennung einer Revision des Formenkreises überlassen.

322. *Spirogyra occidentalis* (TRANS.) CZURDA — VI. — In den meisten hier untersuchten Materialien habe ich zwar sehr viele fadenbildende Conjugaten gesehen, ihre Bestimmung ist aber leider nicht möglich gewesen, da die meisten nur durch vegetative Fäden vertreten waren. Diese Art war wohl in Kopulation begriffen und so konnte ich sie mit einiger Sicherheit identifizieren, ich muss aber bemerken, dass die Unsicherheit der mir bekannten Diagnosen und Zeichnungen eine vollkommen genaue Determination kaum zulässt. Der Durchmesser der vegetativen Fäden war  $46 \mu$ , der der aufnehmenden Zellen  $55 \mu$ . Die Länge der Zellen variiert zwischen 80 und  $120 \mu$ . Ich konnte nur Zellen mit zwei Chloroplasten beobachten.

Anschrift des Verfassers:  
Universiteit van Pretoria  
Algemene Plantkunde  
PRETORIA Suid - Afrika

#### ZITIERTE LITERATUR

BUDDE, H. - 1942 - Die benthale Algenflora, die Entwicklungsgeschichte der Gewässer und die Seetypen im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer“. Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 39:

CHOLNOKY, B. J. - 1927 - Untersuchungen über die Ökologie der Epiphyten. Archiv f. Hydrobiol. Bd. 18: 661.

— 1929a - Über die Auxosporenbildung der *Anomoeoneis sculpta* (E.) CL. Archiv f. Protistenkunde, Bd. 65:23

CHOLNOKY, B. G. - 1929b - Epiphyten-Untersuchungen im Balaton-See. *Internat. Revue der ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.* Bd. 22:313.

— 1929c - Adnotationes criticae ad floram Bacillariearum Hungariae IV. Floristisch-ökologische Untersuchungen in den südlichen Teilen der ungarischen Tiefebene (ALFÖLD). *Magyar Botanikai Lapok*, Jahrgang 1929:100

— 1931 - Analytische Benthos-Untersuchungen I-II. *Archiv f. Hydrobiologie*, B., 23:284.

— 1932 - Beiträge zur Kenntnis der Karyologie von *Microspora stagnorum*. *Zeitschr. f. wiss. Biol. Abt. B.*, *Zeitschr. f. Zellforschung und mikrosk. Anatomie*, Bd. 14:707.

— 1933 - Analytische Benthos-Untersuchungen III. Die Diatomeen einer kleinen Quelle in der Nähe der Stadt Vác. *Archiv f. Hydrobiologie*, Bd. 26:207.

— 1953 - Beiträge zur Kenntnis der Algenflora von Portugiesisch Ost-Afrika I. — *Boletim da Soc. Port. de Ciene.* Vol. IV (2° ser.) 89

— und H. SCHINDLER, - 1951 - Winterlicher Diatomeen-Aspekt des Ramsauer Torfmoores. *Verh. d. Zool. -Bot. Ges in Wien*, Bd. 92 (100-Jahr-Festschrift): 225.

GEITLER, L. - 1925 - Cyanophyceae, Cyanochloridinae = Chlorobacteriaceae. Heft 12 in PASCHER, Die Süsswasserflora Deutschlands usw. Jena.

— 1932 - Die Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgen). Abdruck aus *Archiv f. Protistenkunde*, Jena.

HUSTEDT, F. - 1930 - Bacillariophyta (Diatomeae). Heft 10, 2. Aufl. in PASCHER Die Süsswasserflora Deutschlands usw. Jena.

— 1937 - Zur Systematik der Diatomeen I. Diatomeenvariationen und die Möglichkeit ihrer Benennung. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* Bd. 55:185.

— 1952 - Neue und wenig bekannte Diatomeen. III. Phylogenetische Variationen bei den raphidioiden Diatomeen. *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.* Bd. 65:133.

JØRGENSEN, E. G. - 1948 - Diatom communities in some Danish lakes and ponds. *Der Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biol. Skrifter*, Bd. V., Nr. 2.

— Diatom communities in some Danish lakes and ponds II. Studies of the freshwater Diatoms of the island of Laesø in the Kattegat. *Danik Botanisk Arkiv.* Bd. 14: Nr. 2.

KOLBE, R. W. - 1932 - Grundlinien einer allgemeinen Ökologie der Diatomeen. *Ergebnisse d. Biol.* Bd. 8:221.

PATRICK, R. - 1948 - Factors effecting the distribution of Diatoms. *The Botanical Review.* Vol. 14:473.

WEST, W. and G. S. WEST, - 1905 - A monograph of the British Desmidiaceae. London, Vol. II.

— 1908 - A monograph of the British Desmidiaceae. London, Vol. III.

# Sonderia labiata, n. sp., Cilié Trichos- tome Psammobie

par E. FAURÉ-FREMIET et MICHEL TUFFRAU.

Collège de France, Paris.

## I. CARACTERES GENERAUX.

A. KAHL (1928-1935) a créé le genre *Sonderia* pour des Ciliés trichostomes proches voisins des *Plagiopyla*, dont ils diffèrent principalement par la présence constante d'un revêtement mucilagineux contenant de très nombreuses Bactéries épibiotiques.

Les différentes espèces du genre *Sonderia* décrites par A. KAHL (1928, 1930, 1931, 1935) et par H. KIRBY (1934) sont essentiellement euryhalines; elles ont été trouvées, en effet, soit dans des eaux saumâtres (régions d'Oldesloe et de Sylt), soit dans des eaux sursalées (marais salants de Californie), c'est à dire dans des milieux dont les salinités s'étagent depuis 0.3 jusqu' à 5.7%.

*Sonderia labiata* est une forme marine psammobie qui se distingue, semble-t-il, de *S. vorax* KAHL, par diverses particularités morphologiques et écologiques assez caractéristiques.

*S. labiata* est un Cilié de forme aplatie, dont le contour, approximativement elliptique, rappelle, à première vue, la silhouette d'un *Chlamydodon*. Sa longueur est comprise entre 160 et 180 $\mu$ ; le rapport longueur/largeur, est voisin de 2,5/1. La cavité vestibulaire s'ouvre sur le bord antérieur du corps, sous forme d'une fente longue, étroite, et profonde, au fond de laquelle se trouve, du côté ventral, le cyto-stome proprement dit. Cette fente est limitée par deux lèvres protoplasmiques minces, la gauche, un peu plus haute que la droite, dessinant le contour antérieur de ce Cilié. Les réactifs fixateurs accentuent, par un effet de gonflement, la différence de hauteur des deux lèvres, rappelant alors l'aspect caractéristique des autres espèces de *Sonderia*, dont la dissymétrie est plus accentuée.

*S. labiata* a été trouvée aux environs de Concarneau, dans les sables fins, riches en matières organiques et en Rhodothiobactériales des plages de Mousterlin et de l'Ile aux Moutons. Ce Cilié y vit en compagnie de plusieurs espèces de *Geleia*, de diverses *Centrophorella*, de

*Condylostoma remanei*, etc., et se nourrit de Rhodothiobactériales, de Diatomées, et de différentes Algues.

*S. labiata* nage lentement entre les grains de sable, mais, détail caractéristique, ce Cilié semble surtout sédentaire; il apparaît en effet très fréquemment fixé par une sécrétion mucoïde postérieure, ténue et consistante, aux grains de sable ou bien aux flocons interstitiels de débris organiques et de Bactéries. (fig. 1) Ainsi immobilisé, le corps se balance doucement, tandis que les battements ciliaires provoquent un fort courant liquide dirigé sur la cavité vestibulaire. Mais,



Fig. 1.

Microphotographie instantanée montrant un groupe de *Sonderia labiata* fixés par leur extrémité postérieure à des flocons de matières organiques.

dans ces conditions, cet Infusoire reste souvent masqué à l'observateur, et une forte agitation du sable avec de l'eau de mer est alors nécessaire pour le mobiliser et le faire apparaître en nage libre. En fait, *S. labiata* est peut être beaucoup plus fréquent que les difficultés de son observation ne permettent de le supposer. Ajoutons que ce Cilié psammobie ne survit pas longtemps à son isolement dans une goutte d'eau exposée à l'air; il semble d'ailleurs fuir la surface des échantillons de sable conservés au laboratoire, car il se localise assez rapidement à une profondeur de un à deux centimètres, c'est à dire dans une région peu oxygénée.

## II. CILIATURE.

La ciliature de *S. labiata* est dense et serrée; les cils, assez longs, traversent le revêtement mucobactérien, et sont distribués sur 70 à 80 rangées méridiennes (fig. 2); l'imprégnation argentique de l'infra-ciliature montre l'alignement, sur les cinéties, de gros cinétosomes disposés par petits groupes de deux ou trois, que séparent de courts intervalles de 1 à 2  $\mu$  environ.

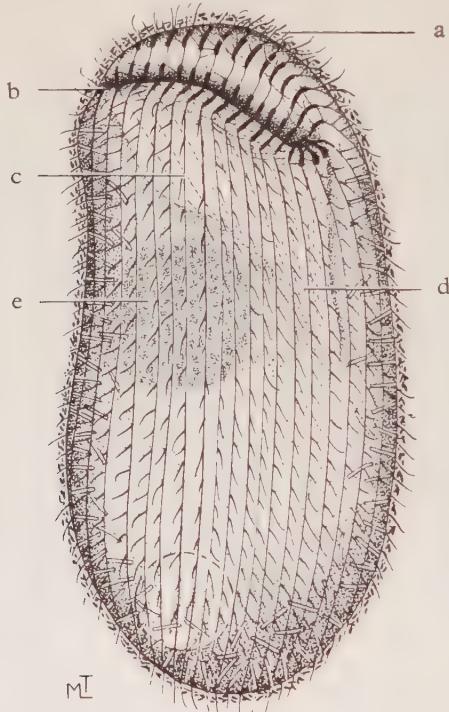


Fig. 2.

*Sonderia labiata* (demi schématique). a) lèvre péristomienne gauche; b) ouverture vestibulaire; c) dépression vestibulaire, (le trajet interne des cinéties est figuré en pointillé); d) infundibulum prébuccal; e) macronucleus. Noter la couche superficielle des Bactéries épizoïques et les trichocystes présents dans l'ectoplasme.

Du côté postérieur, les cinéties convergent vers le pôle antapical, mais quelques unes d'entre elles, plus courtes, ne l'atteignent pas, et affrontent obliquement les plus longues, en dessinant une sorte de ligne de suture compliquée (fig. 4).

Du côté antérieur, les cinéties contournent les deux lèvres délimitant la fente vestibulaire, s'infléchissent sur leur paroi interne, et

convergent, le long d'une sorte d'infundibulum buccal assez profond, vers le cytostome proprement dit, qui représente, de ce fait le pôle apical du Cilié (fig. 2 et 3). Cette dispositon est caractéristique des Ciliés trichostomes considérés *sensu stricto* (FAURÉ-FREMIET 1950).

L'argyrome dessine un réseau assez dense, dont les mailles, presque rectangulaires, occupent les espaces intercinétiens; ses fibrilles transversales sont particulièrement serrés entre deux cinéties dorsales, et dessinent en ce point une sorte d'échelle, correspondant à la

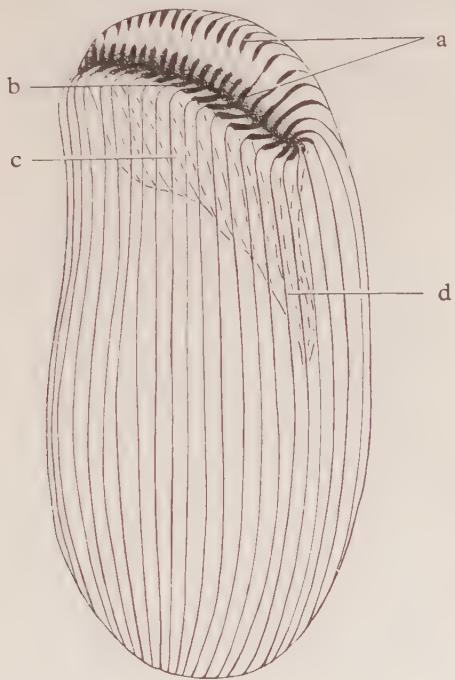


Fig. 3.

Schéma de l'infraciliature (d'après les imprégnations argentiques); vue ventro-latérale droite; a) renforcements ciliaires sur la lèvre péristomienne gauche; b) id. sur la lèvre droite; c) dépression vestibulaire; d) infundibulum buccal.

“bandelette striée” des *Plagiopyla*. A droite de cette bandelette striée, le quatrième espace intercinétien est occupé par une forte strie argyrophile longitudinale qui se termine auprès du pore de la vacuole contractile (Fig. 4), situé postérieurement dans une des zones d'affrontement oblique des cinéties; cette strie représente la bandelette anale, lieu de moindre résistance qui peut s'ouvrir sur une longueur de 10 à 40  $\mu$  pour livrer passage aux résidus digestifs volumineux tels que frustules de Diatomées, Algues, etc.

L'observation de *S. labiata* vivant montre que le bord apical de chacune des deux lèvres péristomiques est occupé par une série de cils forts et serrés, qui, parfois, s'immobilisent en donnant temporairement l'aspect de deux rangées de soies raides. Cette sorte de ciliature péristomienne représente, en fait, une différenciation localisée des cinéties somatiques, qui, on l'a vu, contournent les deux lèvres antérieures, pénètrent dans la cavité vestibulaire et tapissent ses deux parois internes en s'inclinant dans la direction de l'infundibulum.

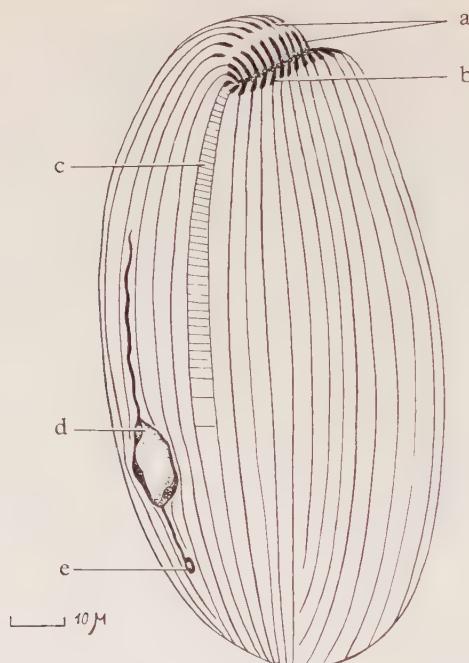


Fig. 4.

Schéma de l'infraciliature; vue dorso-latérale; a) renforcements ciliaires sur la lèvre péristomienne gauche; b) id. sur la lèvre droite; c) bandelette striée; d) bandelette anale; e) pore de la vacuole contractile.

lum prébuccal. Les imprégnations de l'infraciliature montrent que, au niveau de ces différenciations ciliaires, les cinéties paraissent épaissies par la présence de cinétosomes nombreux et serrés. Sur la lèvre gauche, légèrement surélevée, cette zone d'épaissements est suivie, du côté interne, par une zone claire que les cinétodesmes traversent obliquement avant de porter à nouveau des cinétosomes correspondant à la ciliature vestibulaire (Fig. 2 et 3).

### III. REVETEMENT MUCO - BACTERIEN.

Le revêtement muco-bactérien caractéristique des espèces du genre *Sonderia* apparaît, chez *S. labiata* observé à l'état vivant, comme une enveloppe granuleuse, apparemment continue, épaisse de près de 4 à 5  $\mu$ . (Fig. 2) Une observation attentive laisse supposer,

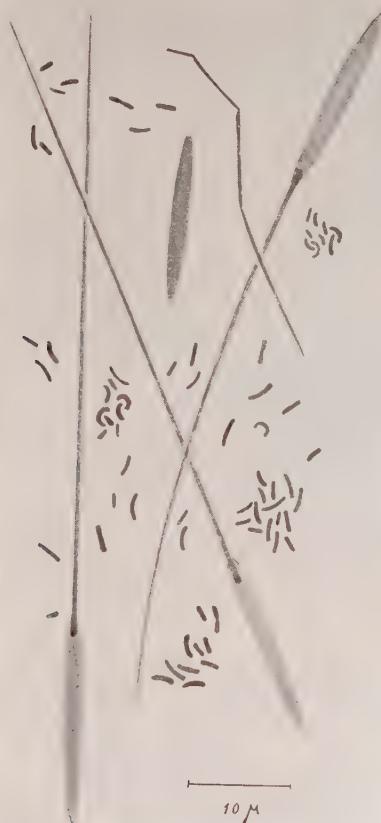


Fig. 5.

Frottis coloré par le rose Bengale montrant les Bactéries épizoïques isolées et quelques trichocystes.

cependant, que ce revêtement forme, entre les rangées ciliaires, une série de bandes parallèles.

Les Bactéries, très nombreuses, forment dans ce revêtement une sorte de feutrage; elles sont bien visibles après écrasement de l'In-fusoire dans l'eau de mer additionnée d'un tween; après dessication,

elles se colorent facilement par le mélange de Giemsa ou par le rose bengale utilisé à chaud (Fig. 5). Elles apparaissent comme de courts filaments courbes ou contournés en S; leur division est nettement transversale; ces Bactéries épizoïques sont étroitement comparables par leur aspect à celles qui recouvrent le corps de *Parablepharisma pellitum* KAHL, et nettement différentes de Caulobactéries portées par les *Centrophorella* qui vivent cependant dans le même milieu que *S. labiata*.

La substance mucoïde fixe légèrement le rouge de ruthénium; elle ne donne pas de coloration métachromatique avec le bleu de toluidine acidifié; elle n'est pas nettement colorée par la réaction de McManus-Hotchkiss; elle se colore nettement par le mucicarmin. Ces différents caractères ne permettent pas de préciser sa nature, probablement polysaccharidique.

La question se pose de savoir si la substance mucoïde est sécrétée par le Cilié ou par les Bactéries épibiotiques; en faveur de la première hypothèse, on doit remarquer que le mucicarmin fait apparaître un mince liseré rouge, plus fortement coloré que le reste de la substance, au contact immédiat de la pellicule ectoplasmique de l'Infusoire. De toute manière, il semble qu'un excès de substance mucoïde soit continuellement repoussé en direction postérieure par le battement lent et orienté des cils vibratiles, formant alors soit une sorte de cupule ou de logette plus ou moins labile, soit les filaments à la fois ténus et consistants qui permettent à *Sonderia labiata* de se fixer aux supports solides et de mener, au moins temporairement, une vie sédentaire (Fig 1).

#### IV. TRICHOCYSTES.

La zone ectoplasmique de *S. labiata* renferme de très nombreux trichocystes en forme de bâtonnets réfringents, longs de près de  $20\ \mu$  (Fig. 2); après éclatement, on observe une sorte de capsule de même dimension, prolongée par un long filament apparemment rigide, droit, ou montrant des cassures angulaires (Fig. 5).

#### V. CORPS de RESERVE POLYSACCHARIDIQUES.

Une particularité remarquable de *S. labiata* est la présence dans toute la masse cytoplasmique, d'inclusions réfringentes lamellaires, dont le diamètre varie de 2 à  $14\ \mu$ . Ces lamelles sont souvent incurvées, et leur forme est d'autant plus irrégulière qu'elles sont plus grandes (Fig. 6); elles sont fortement biréfringentes lorsqu'elles sont observées par la tranche. La nature polysaccharidique de ces inclusions, que l'on peut considérer comme des corps de réserve, est attestée par la coloration brun violacé que leur communique les so-

lutions iodo-iodurées, et la teinte rouge intense qui les met en évidence après la réaction de McManus-Hotchkiss.



Fig. 6.

Corps de réserve polysaccharidiques colorés par la réaction de Hotchkiss.

## VI. APPAREIL NUCLEAIRE.

Le macronucleus, de forme discoïde, est ordinairement situé sur le côté droit de la dépression vestibulaire (Fig. 2), mais il peut être déplacé par la présence d'ingesta volumineux. De nombreux nucléoles ribonucléoprotéiques sont dispersés parmi les microsomes désoxyribonucléiques colorables par la réaction de Feulgen.

## VII REMARQUES sur la MORPHOLOGIE des PLAGIOPYLIDAE.

Les Ciliés trichostomes supposés primitifs (E. FAURÉ-FREMIET, 1950, TUFFRAU, 1952) tels que *Pseudoproron arenicola* Kahl, *Paraspadidium trichostomum* Noland ou *Coelosomides marina* Anigstein,

montrent une symétrie sensiblement axiale, et la dépression péristomienne est apicale. Chez les Plagiopylidae, au contraire, le corps est dissymétrique en ce sens que les cinéties s'accroissant plus d'un côté que de l'autre, la dépression péristomienne ou vestibulaire se trouve repoussée latéralement; en même temps le corps tend à s'aplatir et l'ouverture du vestibule s'allonge en une sorte de fente transversale. D'accord avec KAHL et avec KIRBY, l'un de nous (E. FAURÉ-FREMIET 1950) a considéré comme ventral le côté du corps qui porte la fente péristomienne; dans ce cas, l'infundibulum prébuccal, qui prolonge l'une des extrémités de la cavité vestibulaire, doit être considéré comme situé à gauche. Il semble plus logique de caractériser la face ventrale par la position du cytostome et de l'infundibulum prébuccal comme nous l'avons fait ici; la face dite dorsale selon KAHL, KIRBY et FAURÉ-FREMIET devient alors la face gauche, et la face dite ventrale la face droite.

### RÉSUMÉ.

*Sonderia labiata* n. sp., se distingue de l'espèce voisine *S. vorax* KAHL par ses caractères écologiques de Cilié marin psammobie et facultativement sédentaire; par une asymétrie moins marquée que chez les autres espèces du genre; par la présence de corps de réserve polysaccharidiques de forme lamellaire.

### BIBLIOGRAPHIE.

FAURÉ-FREMIET, E. - 1950 - Morphologie comparée des Ciliés Holotriches trichostomes.  
Anais da Acad. Brasileira de Ciencias, 22, 257—261.

KAHL, A. - 1928 - Die Infusorien (Ciliata) der Oldesloer Salzwasserstellen.  
Arch. f. Hydrobiol., 19, 50—123.

——— 1931 - Familie Plagiopylidae Schew. Ann. Protistologie, 3, 111—135.

——— 1933 - Ciliata libera et ectocommensalia. in: Die Tierwelt der Nord und Ostsee. Leipzig.

——— 1935 - Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). in: Die Tierwelt Deutschlands. Jena.

KIRBY, H. Jr. - 1934 - Some Ciliates from salt marshes in California. Arch. f. Protistenk., 82, 114—133.

TUFFRAU, M. - 1952 - La morphogenèse de division chez les Colpodidae  
Bull. biol. France-Belgique, 86, 309—320.

# Contributions to our Knowledge of British Algae, XIV. Three new Species from the English Lake District

by

J. W. G. LUND

Freshwater Biological Association, Ambleside, England.

(With two figures in the text).

## CHLOROCHYTRIUM DINOBRYONIS n.sp. (Fig. 1)

The mature cell (up to  $48\mu$  1;  $8\mu$  br.) varies in shape according to the degree to which it fills the empty envelope of *Dinobryon divergens* Imhof (fig. 1; F—J, M,N). Its sides fit tightly against the envelope, but the narrow rounded base does not reach that of the envelope. The widely rounded apex may (fig. 1,G) or may not (fig. 1, I,J) reach the apex of the envelope. The wall is evenly and moderately thickened throughout. The single parietal chromatophore occupies almost the whole of the inner surface of the wall, except for a small zone at one side, while the solitary pale pyrenoid usually lies in the basal half of the cell. Small starch-grains are commonly abundant and sometimes aggregated in one or two large masses (fig. 1, G, *st*), but no starch-sheath could be detected around the pyrenoid.

When mature, the contents of the cell usually divide to form 32 zoospores, although sometimes there are as few as 4 (fig. 1,M), Protuberances, mostly single and rarely apical or subapical in position, now appear and distend both the sporangium wall and the *Dinobryon*-envelope (fig. 1, I,J), enlarging as the wall gelatinises. Finally, two or three relatively large increases in the protuberance occur quite suddenly, the last leading to the rupture of the (?) gelatinised envelope, if this has not previously occurred. The contents of the sporangium are extruded as a large sack-shaped vesicle (fig. 1,K), which enlarges and becomes globose, the membrane becoming so thin that it is invisible, though the movements of the contained zoospores can be seen to be restricted by it. Occasionally, two or more protuberances develop and

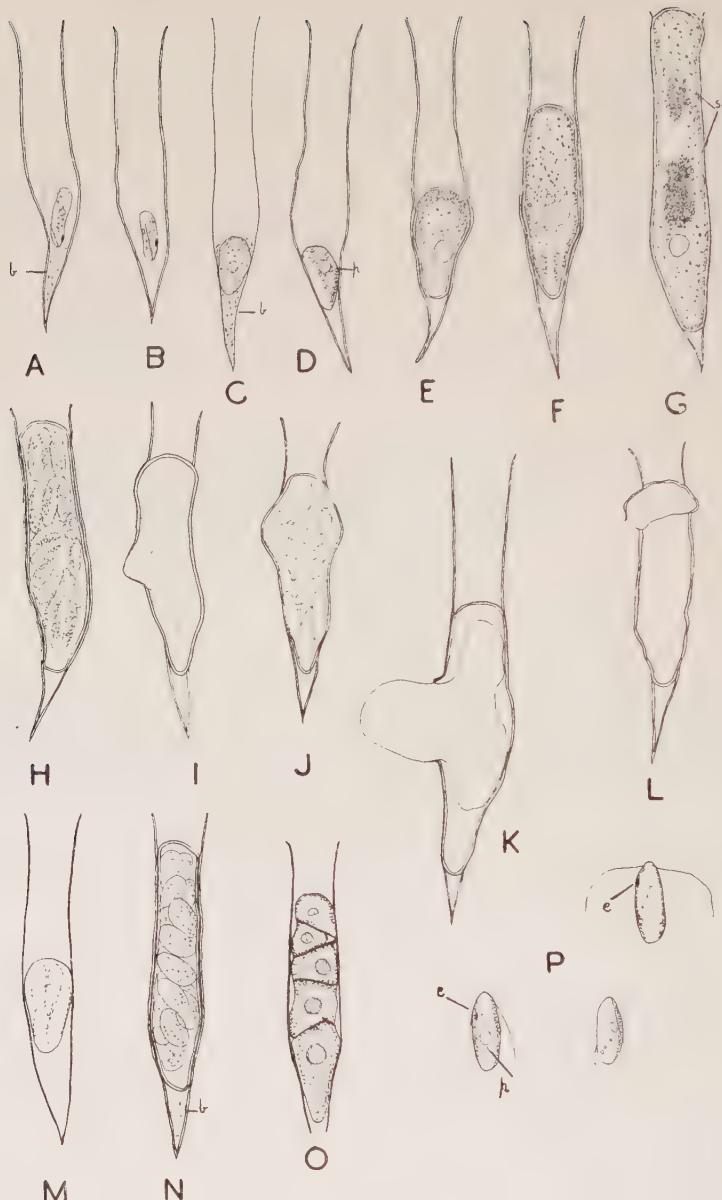


Figure 1.

*Chlorochytrium dinobryonis* n. sp. A, B, zoospores in envelopes of *Dinobryon divergens* Imhof; C - F, Stages in development and G, a large, full-grown cell; H - J, Stages in development and dehiscence of zoosporangium, developing zoospores not accurately depicted; K extrusion of protoplast; L, empty sporangium; M, an abnormally small sporangium with 4 developing zoospores; N, aplanospores (?), and O, series of cells presumed to arise from aplanospores; P, zoospores. P, killed in 1% osmic acid, the rest alive. b, bacterial masses; e, eyespot; p, pyrenoid; st, starch masses. K, P  $\times$  1375; the rest  $\times$  1100.

dehisce simultaneously. After complete dissolution of the membrane the zoospores swim rapidly away and, if *Dinobryon* is present in quantity, soon enter empty envelopes. Occasional zoospores, after liberation, rotate rapidly for a time in one spot and then suddenly swim straight into a *Dinobryon*-envelope or into some other hollow object (see below). Once inside, the zoospore moves slowly and penetrates as far into the envelope as its breadth or obstructions permit. Further remarkable movements may occur after the zoospore has temporarily come to rest. It suddenly swims rapidly, or almost shoots backwards, into the opening of the envelope, afterwards swimming relatively slowly forwards to approximately its original position near the base. This may be repeated a dozen or more times. The depth reached may be limited by bacterial masses filling the base of the envelope (fig. 1 A, C, N, b). Some zoospores enter other hollow objects like crustacean appendages. Even when these are similar in shape and size to the envelopes of *Dinobryon*, no marked development beyond the rounding-off of the zoospore has ever been seen within them, though abundant material was available. Nor do the zoospores develop further, if they come to rest in the open.

The zoospores (7—9 $\mu$  1; 3 $\mu$  br.) are usually ellipsoid to oblong (fig. 1 P), but may be narrower at the anterior than the posterior end or slightly bent (fig. 1, A,B); there is no papilla. The parietal chromatophore covers one lateral flank or more of the cell, but does not usually extend on to the base and leaves a clear U-shaped apical area free; the pyrenoid lies approximately half-way down the cell. The number of contractile vacuoles could not be established. The bright red stigma (fig. 1, P, e) is rod-shaped and anterior. The two flagella are more often slightly longer than slightly shorter than the cell. After settling down, the cell broadens and makes contact with the *Dinobryon*-envelope, becoming approximately ovoid (fig. 1,C,D). Further enlargement takes place in the direction of the apex of the envelope (fig. 1,E—G). The part of the cell free of chromatophore corresponds to that along the side of the zoospore.

Though production of aplanospores has not been observed, the occurrence of a linear row of cells within an envelope can only be explained on this basis (fig. 1, 0), since several zoospores would be unlikely to produce so regular an arrangement during enlargement (fig. 1, H—J).

Abundant material of this alga was discovered by Dr H. M. CANTER in a collection of plankton from Blelham Tarn \* (English Lake District), made in the early summer of 1952, and left in a bottle for some weeks. It has not been observed in nature, though weekly samples of plankton have been collected from

\* Recently also in material from Grasmere

Blelham Tarn, Esthwaite Water and Windermere for over 8 years and at irregular intervals from many other lakes and tarns in which *Dinobryon divergens* abounds. It seems probable, therefore, that it is a benthic alga developing in the empty envelopes of *Dinobryon* after they sink to the bottom. Bacteria (fig. 1 A, G, N. b) are commonly present in quantity in and around these envelopes and, after the material had been under observation for about a month, the envelopes and the *Chlorochytrium*-cells all disappeared within a week. Addition of new supplies of envelopes did not lead to any fresh appearance of the alga, so that its means of perennation remain unknown.

Though sexual reproduction has not been seen, the rest of the life-history, the endophytic habit and accompanying specialisation which leads to other hollow organic habitats being unsuitable, are characteristic of *Chlorochytrium*. The species is characterised by its abode and the consequent shape of the mature cells and by the structure of the zoospores.

#### *Diagnosis*

Cells up to  $48\mu$  l. and  $8\mu$  br., rounded at base and apex, occupying nearly the whole or only a small part of the envelope of *Dinobryon divergens* Imhof., occasionally more than one in an envelope. Wall moderately thick; chromatophore single, parietal, covering the internal surface except for a relatively small lateral area, the pyrenoid usually in the basal half; small starch-grains usually numerous sometimes as one or two large aggregates. Mature cell becomes a sporangium, forming 32, rarely fewer, zoospores which are liberated through the ruptured *Dinobryon*-envelope or, rarely, through its open end in a vesicle which finally deliquesces. Zoospores  $7-9\mu$  l., and  $3\mu$  br., ellipsoid to oblong or elongate obpyriform or slightly curved, with one lateral, parietal chromatophore, one pyrenoid, no papilla, a small rod-shaped anterior stigma and two flagella approximately as long as the cell. Zoospores germinate within empty *Dinobryon*-envelopes. Aplanospores occasionally produced.

In an old collection of plankton from Blelham Tarn, English Lake District.

#### *Deutsche Diagnosen*

Zelle bis  $48\mu$  l. und  $8\mu$  br., Basis und Scheitel abgerundet, fast das Ganze oder nur einen kleinen Teil des Gehäuses von *Dinobryon divergens* Imhof bewohnend, selten mehr als eine Zelle in einem Gehäuse. Wand mässig dick; Chromatophor einzeln, parietal, die innere Oberfläche bedeckend, mit Ausnahme einer relativ kleinen,

einseitigen Öffnung, das Pyrenoid gewöhnlich in der hinteren Hälfte; kleine Stärkekörner meistens häufig, zuweilen, in einer oder zwei grossen Anhäufungen. Die reife Zelle wird ein Sporangium mit 32, selten weniger, Zoosporen welche durch das gesprengte Gehäuse, oder selten durch die apikale Öffnung in ein Bläschen, das schliesslich verschleimt, befreit werden. Zoosporen  $7-9 \mu$  l.,  $3 \mu$  br., ellipsoidisch bis länglich, oder länglich umgekehrt-birnenförmig oder schwach gekrümmmt, mit einem einseitigen parietalen Chromatophor, ein Pyrenoid, keine Papille, ein kleiner stabförmiger Augenfleck und zwei Geisseln, ungefähr so lang wie die Zelle. Zoosporen keimen in leeren Gehäusen von *Dinobryon*. Aplanosporen selten.

In einer alten Planktonprobe, Blelham Tarn in dem englischen Lake District.

### PSEUDOKEPHYRION TORTOSACCATUM n.sp.

(fig. 2,0—X)

The delicate, colourless, or rarely very pale brown, envelope is shaped like a flattened pouch which is drawn in and twisted at its neck (fig. 2, W); seen from the broad side (fig. 2, O—S) it is broadly flask-shaped, from the narrow side (fig. 2, T, U) narrowly flask-shaped. The broad side, measured from the base of the mouth, is  $6-8 \mu$  l. and  $6-8 \mu$  br., the narrow side approximately  $7-9 \mu$  l. and  $2.5-4 \mu$  br. at the base and  $3-4.5 \mu$  br. at the apex, although both measurement and illustration are difficult because of the twisting; seen from the broad side the mouth appears concave, from the narrow side convex, which accounts for the greater length in this view. On the broad side the envelope appears thickened in the region of the constriction. Viewed from below or above (in optical transverse section, fig. 2, V, X) it appears oval-oblong near the mouth and oblong near the base where, moreover, the ends are more or less clearly thickened.

The globose protoplast fills most of the envelope below the constriction. The longer undulate flagellum is approximately as long as the cell, while the short straight one is about one-third as long and scarcely protrudes from the envelope. There are two flattened, plate-like, usually rather pale, parietal chromatophores, which lie one above the other, overlapping slightly. A minute (?) discoid stigma is apposed to the anterior margin of the upper chromatophore, near the insertion of the longer flagellum. The number of contractile vacuoles has not been established. The protoplast usually appears homogeneous, apart from occasional small fat-globules. Leucosin has not been detected.

This alga is not uncommon, especially in spring, in the plankton of rocky tarns in the English Lake District (e.g. Grizedale Tarn, Hel-

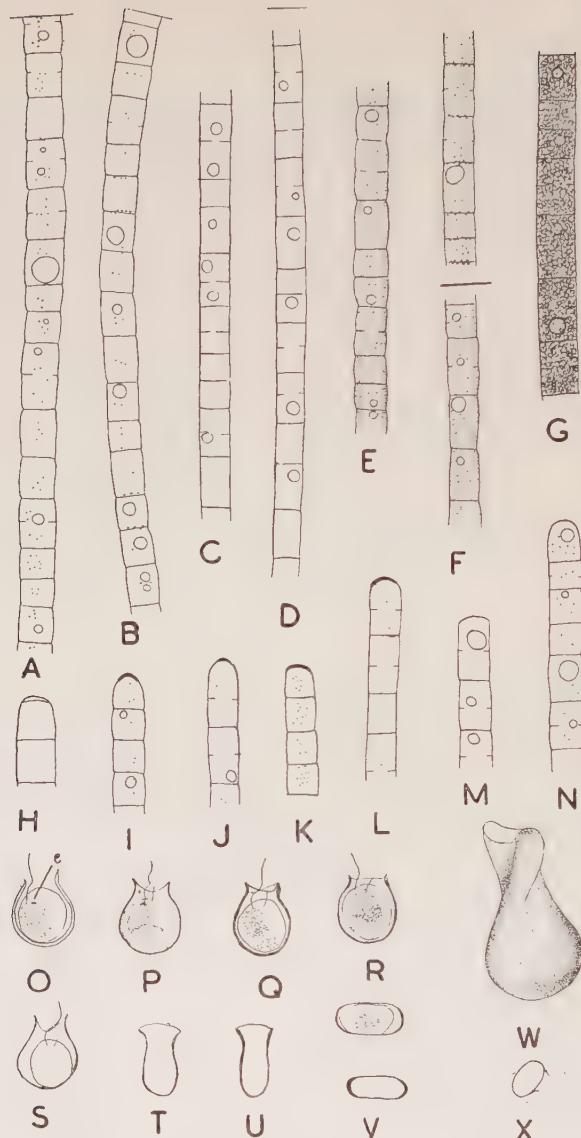


Figure 2.

*A—N*, *Oscillatoria bourrellyi* n. sp. *A—D*, variations in breadth and degree of constriction of filaments, globules of reserve-substance in all, in *A*, and *B* also other cell-inclusions which could not be observed in *C* and *D* because of the alveolar protoplasm; *E, F*, threads without and *G*, with alveolar protoplasm; *H—N*, ends of filaments with (*H—L*), and without (*M, N*) calyptra. *O—X*, *Pseudokephyrion tortosaccatum* n. sp. *O—S*, seen from the broad and *T—U*, from the narrow side, *V* from below, and *X* from above showing twisting of envelope; *W*, reconstruction of envelope, observed obliquely from the narrow side (drawn by Miss B. Douglas). *A—V, X* killed in 1% osmic acid; *S* stained in iodine; in *O* only one flagellum shown. *e*, eye spot. *G, H, O—V, X*  $\times 1250$ ; the rest  $\times 900$ . *W* not to scale.

vellyn, Westmorland and Tarn Hows, Lancashire) and, occasionally, in Thirlmere, Westmorland. It has occurred in abundance (100 cells per ml. in July, 1952) only in Grizedale Tarn.

### *Diagnosis*

Envelope shaped like a flattened pouch, constricted and twisted at the neck, the broad side with a wide concave mouth and sometimes thickened at the neck, the narrow side with a convex summit; broad side (measured from the base of the mouth) 6—8  $\mu$  l. and 6—8  $\mu$  br. at the widest part, narrow side approx. 7—9  $\mu$  l. and 2.5—4  $\mu$  br. near the base and 3—4.5  $\mu$  br. at the apex. Protoplasm globose, filling the envelope below the constriction, with one flagellum about as long as the protoplasm and the other about one-third as long. Two plate-like, parietal chromatophores, both on the same side of the cell; stigma minute, apposed to the anterior chromatophore.

Planktonic in Grizedale Tarn and other waters in the English Lake District.

### *Deutsche Diagnosen*

Gehäuse einem abgeplatteten Beutel ähnlich, am Halse eingeschnürt und gedreht, die Breitseite mit breiter konkaver Öffnung und manchmal an der Einschnürung verdickt, die Schmalseite mit konvexer Mündung; Breitseite (von der Basis zur Mündung gemessen) 6—8  $\mu$  l. und 6—8  $\mu$  br. am breitesten Teil, Schmalseite ungefähr 7—9  $\mu$  l. und 2.5—4  $\mu$  br. nahe der Basis und 3—4.5  $\mu$  br. am Scheitel. Protoplasm kugelig, das Gehäuse unterhalb der Einschnürung ausfüllend, mit einer Geissel ungefähr so lang wie der Protoplasm und die Andere ungefähr ein Drittel dieser Länge. Zwei parietale, einseitige, plattenförmige Chromatophoren; Augenfleck winzig, knapp über dem vorderen Chromatophor.

Planktisch in Grizedale Tarn und anderen Gewässern des englischen Lake District.

Type material from Grizedale Tarn, Westmorland is deposited at the Freshwater Biological Association's Windermere Laboratory.

### **OSCILLATORIA BOURRELLYI n.sp. (fig. 2, A—N)**

The filaments are up to about 5 mm. long and usually straight, although occasionally more or less curved. They vary somewhat in

breadth (4—5, rarely to 6  $\mu$  br.) along their length (fig. 2, B, E), but are never attenuated at the end (fig. 2 H—N). The end-cell may bear a U-shaped calyptra (fig. 2, H—L) which does not extend over the lateral margins. The filaments are usually constricted at the cross-walls (fig. 2, A, B, E, F,) though the constrictions are commonly scarcely or not at all visible under low powers, while under oil-immersion they may be obvious (fig. 2, A, E), slight (fig. 2, F), or even absent (fig. 2, C, D, G). Full-grown cells with ingrowing incomplete septa are usually somewhat less than twice as long as broad, so that the daughter-cells are shorter than broad.

Certain cells in every filament contain one, or very rarely two, prominent globules, which are either small or become so large as to fill over a third of the lumen (fig. 2, A, B, M). These characteristic, somewhat refractive and homogeneous reserve products appear faintly coloured under low and practically colourless under high powers of magnification. They are least common near the apex of a filament (fig. 2, I—L), while elsewhere usually 50% or more of the cells contain them. Their nature is unknown, as in the case of the apparently similar globules occurring in *O. koprophila Skuja* (1948 pp. 46—47). They are not destroyed by freezing or by drying at room temperatures, though, on re-wetting, they may no longer be quite spherical. In a 1% aqueous solution of methylene blue they readily stain blue; in 0.5% aqueous neutral red they remain unstained in living, but become deeply stained in dead cells; they are not stained by Sudan IV or aceto-carmine. They are insoluble in carbon disulphide, ether or alcohol, readily soluble in dilute acids, slowly soluble in iodine in potassium iodide, but only disappear in 4% formalin after a year or more. It does not appear, therefore, that they correspond to any of the various reserve-products discussed by FRITSCH (1945, pp. 770—781), though they may belong to one of the various substances which have been labelled volutin (Metachromatin). Pseudo-vacuoles are never observed in this species, whose filaments always sink to the bottom of the water in which they are collected.

Under low powers the cells usually appear homogeneous, but occasionally, especially under high powers, the contents appear minutely alveolar or vacuolate (fig. 2, G), though there is no polygonal network like that of *O. borneti*. Usually all the cells of a filament show this appearance, as well as most of the filaments in a given collection. There is no evidence that such filaments are less healthy than the others. They are found at the first examination after collection and the characteristic appearance is often lost after being in the laboratory for a day or so. Whereas a strong solution of iodine in potassium iodide destroys gas-vacuoles, it does not destroy this foamy appearance. Other cell-contents include scattered and extremely small granules

in the central region and an occasional row of granules on each side of the septum (fig. 2, B). The latter, often considered as a valuable taxonomic character, are of no value here, since they are commonly absent.

The colour *en masse* is usually pale reddish-purple or violet, rarely dull yellowish-brown or almost greenish-brown, but never blue-green, while the individual filaments appear almost colourless under the microscope, at the most faintly indicating the colour of the aggregates.

The prominent globules, their diverse size and distribution, together with the normal colour, the type of calyptra, dimensions, and absence of gas-vacuoles distinguish this from other species, notably *O. rubescens* DC., *O. prolifica* Gom. and the varieties of *O. tenuis* Ag.

*O. bourrellyi* has only been found in Windermere, Ullswater and Esthwaite Water in the English Lake District. It has been observed almost every week since 1946 in the plankton of the south basin of Windermere and less frequently in that of the north basin, although infrequent in 1945. The largest growths were in August, 1948, December 1952 and April 1953 circa 20,000 cells per ml., but none caused any discolouration of the lake water. Mr F. E. ROUND informs me that it occurs on the littoral deposits, but it is not known whether this is merely due to sedimentation from the plankton or whether it grows there to any marked extent. Examination of preserved material shows that it was apparently present in small amount in the north basin of Windermere in 1932 and in the south basin in 1936. As the characteristic globules and colour disappear in formalin, these identifications depend on the other described characters. No filaments, which could possibly be assigned to this species, occur in material collected by W. and G. S. WEST in 1903 and 1906—07 or by PEARSALL in 1921 and 1922. The *O. tenuis* Ag. of WAILES (1939) may include this species, but that of CHU (1942—43) is the species recorded as *O. agardhii* Gom. by PEARSALL and PEARSALL (1925), *O. tenuis* by PEARSALL (1932), and *O. agardhii* var. *isothrix* SKUJA by LUND (1950). Judging by its distribution, the *O. tenuis* of PEARSALL and PEARSALL (1925) cannot be *O. bourrellyi*.

#### *Diagnosis*

Filaments individually usually almost colourless, in the mass violet, pinkish or reddish-purple, yellowish-brown or sometimes, greenish-brown, never blue-green, straight or occasionally irregularly curved, sometimes of varying breadth along their length, not attenuated at the ends, usually constricted at the septa. Cells 4—5, rarely up to 6  $\mu$  br., longer or shorter than broad, many with one, rarely two,

small to very large, prominent, moderately refractive globules. Some cells of some filaments granulate at the cross-walls; most cells with a few minute granules in the central regions. U-shaped calyptora covering median portion of terminal cell.

In the plankton of Windermere and other lakes in the English Lake District.

#### *Deutsche Diagnosen*

Fäden gewöhnlich fast farblos, in grösserer Anhäufung violett, blassrot oder röthlich purpur, gelblich-braun oder zuweilen grünlich-braun, nie blaugrün; gerade oder manchmal regellos gekrümmmt, meistens in der Breite variierend, nie am Ende verjüngt, an den Querwänden gewöhnlich eingeschnürt. Zellen 4—5, selten bis  $6 \mu$  br., länger oder kürzer als breit, häufig mit einem oder seltener zwei, kleinen bis sehr grossen, hervortretenden, schwach lichtbrechenden Tröpfchen. Zellen einiger Fäden gelegentlich mit Körnchen an den Querwänden, die Mehrzahl mit wenigen winzigen Körnchen im zentralen Teil; Kalyptra U-förmig, den mittleren Teil der Endzelle bedeckend.

Planktisch in Windermere und anderen Seen des englischen Lake District.

Type material, from Windermere south basin, is deposited at the Freshwater Biological Association's laboratory and the British Museum.

The author's grateful thanks are due to Mr G. THOMPSON and the Laboratory Staff of the Freshwater Biological Association who organised and made the collections of material on which the present account is based, to Professor W. STILES for permission to consult the West collection lodged in the Botany Department of the University of Birmingham and to Professor W. H. PEARSALL for samples collected by him. He is particularly indebted to Dr P. BOURRELLY of the Museum Nationale d'Histoire Naturelle, Paris, who kindly examined and commented on material of the *Oscillatoria* which is named after him.

## REFERENCES

CHU, S. P. - 1942-43 - The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planktonic algae. I. Methods and culture media. II. The influence of the concentration of inorganic nitrogen and phosphate phosphorus. *J. Ecol.* 30, 284-325, 31, 109-48.

FRITSCH, F. E. - 1945 - *The Structure and Reproduction of the Algae* II. Cambridge.

LUND, J. W. G. - 1950 - Studies on *Asterionella* II. Nutrient depletion and the spring maximum. *J. Ecol.* 38, 1-35.

PEARSALL, W. H. - 1932 - Phytoplankton in the English Lakes. II. The composition of the phytoplankton in relation to dissolved substances. *J. Ecol.* 20, 241-62.

PEARSALL, W. H. and PEARSALL, W. H. - 1925 - Phytoplankton of the English Lakes. *J. Linn. Soc. Bot.* 47, 55-73.

SKUJA, H. - 1948 - Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. *Symb. bot. Upsal.* 9.

WAILES, G. H. - 1939 - The plankton of Lake Windermere, England. *Ann. Mag. Nat. Hist. Ser.* 11, 3, 401-14.

# Qualitative und quantitative Untersuchungen der Fische der Fulda

von

KARL MÜLLER

Fuldastation der Limnologischen Flusstation Freudenthal  
Schlitz/Hessen

## INHALT

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| A. Qualitative Untersuchungen .....                                                            | 230 |
| 1.) Systematische Übersicht .....                                                              | 230 |
| 2.) Chorologische Übersicht .....                                                              | 232 |
| 3.) Die Fischregionen der Fulda .....                                                          | 232 |
| 4.) Vergleichend regionale Übersicht .....                                                     | 236 |
| B. Quantitative Untersuchungen .....                                                           | 237 |
| 1.) Methodik .....                                                                             | 237 |
| 2.) Obere Forellenregion .....                                                                 | 239 |
| 3.) Untere Forellenregion .....                                                                | 240 |
| 4.) Äschenregion .....                                                                         | 241 |
| 5.) Zusammenfassende Betrachtung des Fischbestandes in<br>der Salmonidenregion der Fulda ..... | 243 |

## A. QUALITATIVE UNTERSUCHUNGEN.

### 1.) Systematische Übersicht.

In den Jahren 1948 — 1950 wurden in der Fulda, einem Fluss des Mitteldeutschen Berglandes, Untersuchungen über Vorkommen und Verbreitung der Fischarten in den verschiedenen Bereichen des Flusses angestellt. Es wurden dabei folgende Arten angetroffen:

Familie: Barsche (Percidae)

- 1.) Flussbarsch (*Perca fluviatilis* L.)
- 2.) Kaulbarsch (*Acerina cernua* L.)
- 3.) Zander (*Lucioperca sandra* Cuv.)

Familie: Koppen (Cottidae)  
 4.) Koppe (*Cottus gobio* L.)

Familie: Stichlinge (Gasterostidae)  
 5.) Gr. Stichling (*Gasterosteus aculeatus* L.)  
 6.) Kl. Stichling (*Gasterosteus pungitius* L.)

Familie: Schellfische (Gadidae)  
 7.) Quappe (*Lota vulgaris* Cuv.)

Familie: Aale (Anguillidae)  
 8.) Aal (*Anguilla vulgaris* L.)

Familie: Lachsische (Salmonidae)  
 9.) Bachforelle (*Trutta fario* L.)  
 10.) Regenbogenforelle (*Trutta iridea* Gibb.)  
 11.) Äsche (*Thymallus vulgaris* Nils.)

Familie: Karpfenische (Cyprinidae)  
 12.) Karpfen (*Cyprinus carpio* L.)  
 13.) Schleie (*Tinca vulgaris* Cuv.)  
 14.) Gründling (*Gobio fluviatilis* Cuv.)  
 15.) Barbe (*Barbus fluviatilis* Ag.)  
 16.) Ellritze (*Phoxinus laevis* Ag.)  
 17.) Nase (*Chondrostoma nasus* L.)  
 18.) Döbel (*Squalius cephalus* L.)  
 19.) Hasel (*Leuciscus leuciscus* L.)  
 20.) Plötze (*Leuciscus rutilus* L.)  
 21.) Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus* L.)  
 22.) Zährte (*Abramis vimba* L.)  
 23.) Brassen (*Abramis brama* L.)  
 24.) Güster (*Blicca björkna* Cuv.)  
 25.) Schneider (*Alburnus bipunctatus* L.)  
 26.) Ucklei (*Alburnus lucidus* Heck.)

Familie: Schmerlen (Cobitidae)  
 27.) Schmerle (*Cobitis barbatula* L.)  
 28.) Steinbeisser (*Cobitis taenia* L.)

Familie: Hechte (Esocidae)  
 29.) Hecht (*Esox lucius* L.)

Familie: Neunaugen (Petromyzontidae)  
 30.) Bachneunauge (*Petromyzon planeri* Bloch.)  
 31.) Flussneunauge (*Petromyzon fluviatilis* L.)

Im April 1951 wurden ausserdem in der oberen Forellenregion, (im Bereich Obernhausen — Gersfeld und im Lütterbach im Bereich Weyers — Lütter) 60.000 Stück Bachsaiblingsbrut (*Salmo fontinalis* L.) ausgesetzt. Da eine Aussage über die Entwicklung dieser Art in der Fulda noch nicht gemacht werden kann, soll der Aussetzungsversuch hier nur mitgeteilt werden.

## 2.) Chorologische Übersicht.

Die Fulda als Fluss des Mitteldeutschen Berglandes wird fast ausschliesslich von Fischen des „Grundstockes“ der deutschen Fischfauna“ (THIENEMANN 1925 und 1950) bewohnt. Die in der Fulda vorkommenden Arten des „Grundstockes“ setzen sich aus folgenden verbreitungsgeschichtlichen Gruppen zusammen:

### 1. Arten der glacialen Mischfauna.

Bachforelle (*Trutta fario*), Quappe (*Lota vulgaris*), Flussbarsch (*Perca fluviatilis*), Hecht (*Esox lucius*), Ellritze (*Phoxinus laevis*), Bachneunauge (*Petromyzon planeri*), Flussneunauge (*Petromyzon fluviatilis*), Häsel (*Leuciscus leuciscus*), Kaulbarsch (*Acerina cernua*), Koppe (*Cottus gobio*), Ucklei (*Alburnus lucidus*), Plötze (*Leuciscus rutilus*), Brassen (*Abramis brama*), Güster (*Blicca bjoerkna*), Döbel (*Squalius cephalus*), Rotfeder (*Scardinius erytrophthalmus*), Schleie (*Tinca vulgaris*), Steinbeisser (*Cobitis taenia*), Schmerle (*Cobitis barbatula*), Gründling (*Gobio fluviatilis*).

2. „Genuine Europäer“ im Sinne EKMANS (postglaciale Einwanderer nicht östlicher Herkunft):

Nase (*Chondrostoma nasus*), Schneider (*Alburnus lucidus*), Barbe (*Barbus fluviatilis*).

### 3. Frühpostglaciale Einwanderer.

Äsche (*Thymallus vulgaris*)

4. Frühpostglaciale Einwanderer dessen Vorkommen in der Fulda im wesentlichen auf Einbürgerung durch den Menschen beruht.

Karpfen (*Cyprinus carpio*).

5. Postglaciale Einwanderer nordöstlicher Herkunft.

Gr. Stichling (*Gasterosteus aculeatus*) Kl. Stichling (*Gasterosteus punctatus*).

6. Postglaciale Einwanderer südöstlicher Herkunft.

Zander (*Lucioperca sandra*), Zährte (*Abramis vimba*).

7. „Quintäre“ (Löns) Einwanderer. (Künstliche Einbürgerung durch den Menschen).

Regenbogenforelle (*Trutta iridea*), Bachsaibling (*Salmo fontinalis*).

8. Als Wanderfisch des Nordseegebietes ist in allen Flussregionen der Aal (*Anguilla vulgaris*) anzutreffen.

### 3.) Die Fischregionen der Fulda.

Die nach fischereibiologischen Gesichtspunkten durchgeführte Einteilung eines Flussverlaufes kennt fünf Zonen, die Forellen-, Äschen-, Barben-, Brassen- und Kaulbarsch-Flunderregion, benannt nach den Fischen, die in diesen Bereichen ihr Lebensoptimum haben.

Nun liegen diese Zonen innerhalb eines Flussverlaufes nicht unbedingt fest. Primär sind es physiographische Faktoren, die sie be-

dingen. Gefälle, Strömung, Wasserführung und Temperaturentwicklung geben dem Bach und Flussverlauf schon äußerlich ein Gepräge, das uns rein physiognomisch eine oberflächliche Zonierung erlaubt.

WALTER (1903), STEINMANN (1915), SMOLIAN (1920) und THIENEMANN (1925) beschrieben in verschiedenen Darstellungen die einzelnen Regionen in ihren charakteristischen Merkmalen. Diese Zonierung ist durch die Arbeiten HUETS (1946/1949) mit Hilfe des Gefälles exakt definiert worden, der ökologisch so wichtige Faktor der Temperatur bleibt dabei jedoch unberücksichtigt.

Es ist klar, dass die Zonierung eines Flusses aufgrund einer Besiedlungskomponente — der Fische — und eines Milieufaktors — des Gefälles d.h. der Strömungsgeschwindigkeit — keine endgültige und allgemeingültige sein kann.

Es muss vielmehr das Ziel einer zukünftigen, *im n o l o g i s c h e n* Flussforschung sein, unter Berücksichtigung aller tierischen und pflanzlichen Besiedler sowie sämtlicher wichtiger Milieufaktoren eine den natürlichen Verhältnissen voll entsprechende Einteilung unserer Fließgewässer zu finden.

Von diesem Ziele sind wir heute noch weit entfernt und müssen uns vorläufig noch mit der fischereibiologischen Einteilung begnügen.

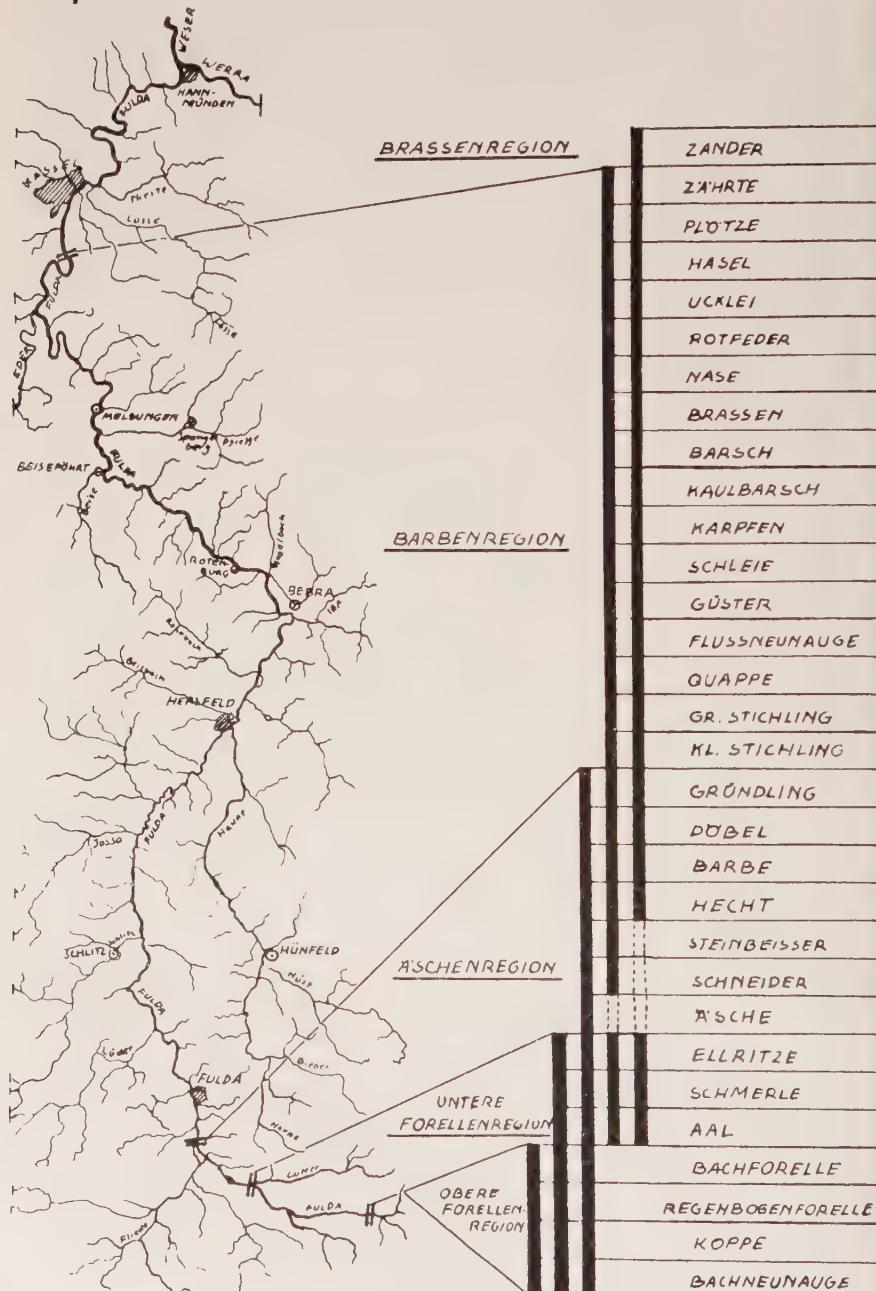
Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung machen es dabei allerdings möglich, die bisher übliche fischereibiologische Zonierung insofern zu erweitern, als die Forellenregion sich infolge von deutlichen Besiedlungsunterschieden weiter unterteilen lässt.

Im Nachfolgenden sollen die unterschiedlichen Merkmale der einzelnen hier beschriebenen Regionen dargestellt werden. Die für den Fluss gültigen Grenzen dieser hier vorgetragenen Zonierung sind in Abbildung 1 dargestellt, zugleich sind in dieser Abbildung alle für die betreffenden Regionen nachgewiesenen Fischarten aufgeführt.

Als *obere Forellenregion* eines Mittelgebirgsbaches soll hier am Beispiel der Fulda der Bachabschnitt bezeichnet werden, der ein sehr hohes Gefälle (53,5%) und eine damit verbundene starke Strömungsgeschwindigkeit aufweist, und mit geringer Temperaturamplitude und relativ konstanter Wasserführung weitgehend als kaltsteno-therm bezeichnet werden kann.

Die *untere Forellenregion* zeigt eine erhöhte Wasserführung das Gefälle differiert wesentlich zum oberen Abschnitt der Forellenregion (11,4%). Die Temperaturamplitude ist durch den vielfach gewundenen Lauf mit ruhigen Buchten vergrößert. Das Bachbett ist erweitert. Das in der oberen Forellenregion vorherrschende grobe Geröll ist Sand- und Kiesablagerungen gewichen

## Fische und Fischregionen der Fulda.



und verleiht auch physiognomisch dem Bachverlauf ein anderes Gepräge. Der im oberen Teil vorherrschende Bach - und Uferbewuchs mit *Petasites* tritt merklich zurück. Die Uferzone zeigt regelmässigen Bestand von *Alnus* - und *Salix* Büschen. Zu den Fischen der oberen Forellenregion treten die Ellritze (*Phoxinus laevis*), die Schmerle (*Cobitis barbatula*) und der Aal (*Anguilla vulgaris*).

Verfolgen wir das Bemühen der Fischereiwissenschaft und Limnologie um die Schaffung einer all - bzw. vielseits gültigen Flusszonierung, so können wir schon früh Hinweise auf gleiche Feststellungen finden. In der fischereibiologischen Beschreibung führte THIENEMANN (1912) in seiner Arbeit „Der Bergbach des Sauerlandes“ aus: „Begleitet wird die Forelle von drei Fischen. Der Dickkopf (*Cottus gobio*) steigt am höchsten hinauf in die Berge, in etwas tieferen Lagen trifft man daneben die Ellritze oder Maipiere (*Phoxinus laevis*), sowie die Schmerle (*Nemachilus barbatulus*) an“. Hier kommt es also schon zum Ausdruck, dass unter den Forellenbegleitern eine Verschiedenheit in der Auswahl des ökologischen Milieus besteht. Auch GEIJSKES (1935) konnte in seinen Untersuchungen im Röserenbach in der oberen Bachregion weder die Schmerle, noch die Ellritze nachweisen. Hier scheint also neben den physiographischen Unterschieden auch ein deutlicher Besiedlungsunterschied vorzuliegen.

Die neuesten Arbeiten zu diesem Problem (Huet 1946/49, ILLIES 1949/51) wie auch die vorliegende Bearbeitung lassen erkennen, dass von verschiedensten Seiten die ökologisch-biozönotischen Verhältnisse der Salmonidenregion einer Klärung näher gebracht sind.

Wenn dabei die Terminologien noch differieren, so ist das wohl der Ausdruck einer speziellen, auf das Arbeitsgebiet des betreffenden Autors ausgerichteten Darstellung. Gleich jedoch ist allen drei Bearbeitungen (Huet, ILLIES und die vorliegende Untersuchung) eine Dreiteilung der Salmonidenregion.

In der anschliessenden Äschenregion hat der Bach seine Wasserführung weiter erhöht. Gefälle und Strömungsgeschwindigkeit sind verringert; lotische Zonen wechseln mit lenitischen. Neben Schotterbelag am Bachgrund finden sich auch schon Sandablagerungen.

Fischereibiologisch trägt die Äschenregion zweifellos Mischcharaktere aus Forellen- und Barbenregion: In der Barbenregion heimische Cypriniden steigen auf (Döbel, Gründling, — Hecht und Barbe nur zur Laichzeit) und auch die Forelle findet sich hier noch als Gast.

Dennoch ist die Äschenbesiedlung in der Fulda ein Hinweis darauf, dass dieser Bachbereich ganz charakteristische physiographische und biologische Voraussetzungen erfüllen muss, denn die Äsche hält sich hier seit ihrer Einsetzung in ganz konstanten, fest umrissenen Grenzen.

Die Verhältnisse in der an die Salmonidenregion anschliessenden Barben- und Brassenregion sind hinsichtlich einer exakten Gliederung noch weitgehend ungeklärt. Nur eingehende

faunistische Untersuchungen können hier die Probleme einer Lösung näher bringen.

Je weiter wir flussabwärts gelangen, um so mehr komplizieren sich die Verhältnisse, da wir in der Brassenregion schon gelegentlich echte „Seenverhältnisse“ vor uns haben. Begünstigt wird diese Entwicklung in der Fulda noch durch eine hohe Anzahl von Wehranlagen im Mittel- und Unterlauf.

#### 4.) Vergleichend regionale Übersicht.

Ziehen wir einen Vergleich zu den Fischbeständen anderer untersuchter Flüsse, so zeigt sich, dass die in der Fulda festgestellte Artenzahl im wesentlichen überall in gleicher Höhe besteht. Differenzen treten nur auf, wenn der Anteil anadromer Wanderfische innerhalb des Flusssystems grösser ist (Rhein, Weser, Trave) oder wenn der Fluss auf seinem Lauf Seen durchfliesst, wo dann reine Seenformen auftreten (Susaa, Wolga). Die nachfolgende Übersicht zeigt uns den Fischartenbestand verschiedener Flüsse im Vergleich mit der Fulda. (Tabelle 1).

TABELLE 1.

Vergleich der Artenzahl der Fische in verschiedenen Flüssen.

| F L U S S                                | A R T E N Z A H L        |
|------------------------------------------|--------------------------|
| Mittelrhein<br>(LAUTERBORN 1918)         | 30                       |
| Niederrhein<br>(LAUTERBORN 1918)         | 30 + 7 Wanderfischarten  |
| Weser<br>(HÄPKE, 1876)                   | 33 + 11 Wanderfischarten |
| Weser b. Hameln<br>(HÄPKE, 1876)         | 31 + 5 Wanderfischarten  |
| Werra b. Salzungen<br>(nach HÄPKE, 1876) | 19                       |
| Trave<br>(SCHERMER, 1950)                | 36 + 23 Wanderfischarten |
| Susaa<br>(BERG, 1948)                    | 32                       |
| Wolga<br>(BEHNING, 1928)                 | 39 + 30 Wanderfischarten |
| Sula (Ukraine)<br>(BELING, 1939)         | 33                       |
| Fulda b. Kassel<br>(Nach HÄPKE, 1876)    | 22                       |
| Fulda<br>(MÜLLER, 1950)                  | 31                       |

Interessant ist in dieser Übersicht auch ein Vergleich des heutigen Fischbestandes der Fulda mit dem von HÄPKE aus dem Jahre 1876.

HÄPKE zitiert darin u.a. die Angabe „des Oberbereiters LEWIN vom landgräflichen Hofe zu Kassel“. Danach war zu dieser Zeit der Lachs bei Kassel noch ein regelmässig erscheinender Wanderfisch. Die bei Kassel in die Fulda mündenden Bäche waren reich an Forellen und Äschen. Die Salmoniden sind heute in diesem Bereich fast gänzlich verschwunden, da auch die bei Kassel mündenden Bachläufe ausserordentlich stark durch Abwässer verschmutzt sind. In der von LEWIN aufgestellten Artenliste fehlen die beiden Gasterosteiden, die wahrscheinlich bei der Aufnahme des Bestandes übersenen wurden. Heute ist zu den damals schon vorhandenen Beständen noch der Zander durch Besatz hinzugekommen.

## B. QUANTITATIVE UNTERSUCHUNGEN.

### 1.) *Methodik.*

Neben Untersuchungen über Vorkommen und Verbreitung der Fischarten der Fulda wurden im Jahre 1950 im Bereich der Salmonidenregion, quantitative Bestandsaufnahmen durchgeführt. Diese Untersuchungen konnten nur in der Salmonidenregion durchgeführt werden da die Elektromethodik eine Befischung grösserer fliessender Gewässer noch nicht ermöglicht.

Zur Durchführung der Untersuchung stand ein Elektrofischfanggerät zur Verfügung (Konstruktion: Fischzuchtmeister A. KEMLER, Rothenkirchen b. Hünfeld). Der Energieerzeugung diente ein 220 V Gleichstromaggregat. Eine Kabelzuführung verbanden positiven und negativen Pol mit der Energiequelle. Der positive Pol ist dabei ein von Kupferdraht durchzogener Käscher und dient als Fangelektrode. Der negative Pol wird durch einen Kupferstab dargestellt.

Es ist die besondere Eigenart der Elektromethode, dass ein kleinerer Fisch ein grösseres Stromfeld benötigt, um betäubt zu werden, oder nur in einem geringen Abstand von der Elektrode gefangen werden kann und dass grössere Fische zuerst und auch in erheblich weiteren Elektrodenabstand betäubt oder entscheidend gereizt werden können. Diese Tatsachen beeinträchtigen naturgemäss eine exakte quantitative Erfassung des Fischbestandes eines bestimmten Bachabschnittes. Es ist deshalb anzunehmen, dass ein Teil der Jungfische bei der Untersuchung nicht erfasst wurden.

In der methodischen Durchführung gestaltete sich die Abfischung so, dass ein bestimmter Bachbereich durch engmaschige Netze (0,6 cm) nach oben und unten abgesperrt wurde und dann die Elektroabfischung von der untersten Sperre beginnend flussaufwärts durchgeführt wurde. Bei der Anwendung dieser Methodik erscheint es als sicher, dass mit Ausnahme der oben abgeföhrten Einschränkung alle das biologische Bild des Baches bestimmenden Fischarten erfasst wurden. Betäubte und abgetriebene Fische fingen sich in der untersten Sperre die durch einen Hamen (0,6 cm) gebildet war.

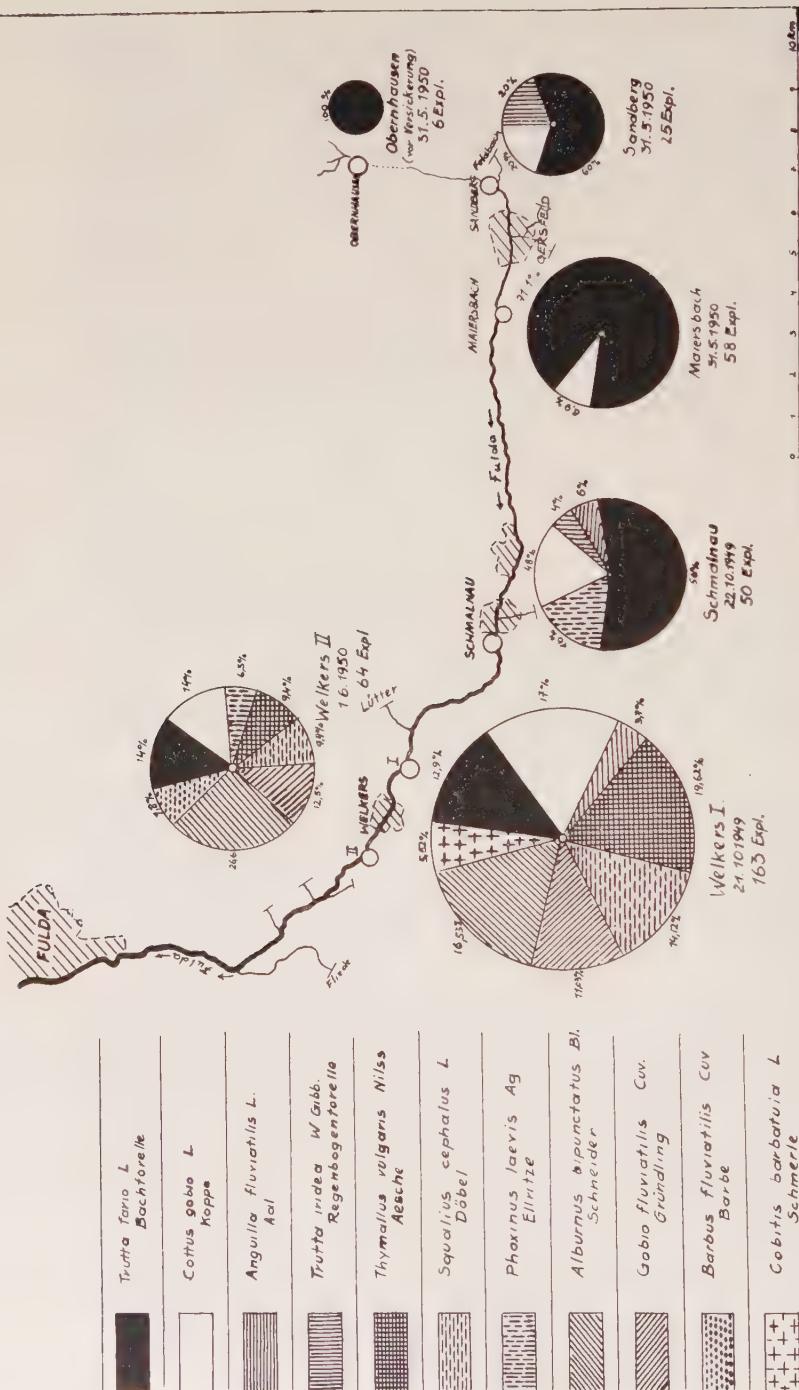


Abb. 2  
Zahlenmässige Verteilung der Fische im Oberlauf der Fulda

Die in Abbildung 2 und 3 dargestellten Ergebnisse beruhen auf Elektroabfischungen die vom Verfasser selbst durchgeführt wurden. Die Untersuchungen im Herbst 1949 beschränkten sich nur auf eine zahlenmässige Erfassung des Bestandes (Welkers 21.10 und Schmalnau 22.10.1949). In den am 31.5. und 1.6.1950 durchgeführten Untersuchungen wurden zur Gewinnung eines klaren biologischen Bildes der zahlenmässigen Erfassung eine gewichtsmässige Bestandsaufnahme gegenübergestellt. Die Ergebnisse sollen im Nachfolgenden diskutiert werden.

## 2.) Obere Forellenregion.

Mit der ersten Abfischung (Bereich oberhalb des Dorfes Obernhausen) wurde ein Sonderproblem gelöst.

Etwa 600 m oberhalb des Dorfes versickert der Bach. Nur während der Schneeschmelze und sehr regenreicher Perioden führt dieser Bachabschnitt Wasser. Das Versickern liegt in der besonderen geomorphologischen Struktur dieses Bereiches begründet.

Bis zur Versickerungsstelle reicht die Zone der tertiären Tone und Sande. Hieran schliesst sich ein bis an die Oberfläche durchtretender Muschelkalkhorizont. In der Grenzzone der tertiären Schichten zum Muschelkalk versickert der Bach. Unter einer Wegebrücke im Dorfe Obernhausen tritt das Wasser wieder aus. Es galt nun zu untersuchen, ob während der nur wenige Tage andauernden Überflutungsperioden im Versickerungsgebiet ein Aufstieg von Fischen stattgefunden hatte.

Die Versuchsbedingungen waren sehr günstig und stellten m.E. eine exakte quantitative Erfassung sicher: Der Bach hatte eine relativ geringe Wasserführung, das Bachbett mit groben Basaltgeröll angefüllt, bildet zwischen den Steinblöcken kleine Kolke, die mit dem Gerät abgefischt wurden. Insgesamt wurden sechs Bachforellen (*Trutta fario* L.) gefangen, die alle einer Altersgruppe angehörten (Altersgruppe I = Beginn des zweiten Sommers). Aus dem Ergebnis dieser Untersuchungen ergibt sich weiterhin die Feststellung, dass in der Fulda die Fischbesiedlung 0,7 km unterhalb der Quelle beginnt

Die nächste Untersuchung wurde unweit des Dorfes Sandberg

TABELLE 2.

Quantitative Abfischung bei „Sandberg“ am 31.5.1950.

| Versuchsstrecke | Gesamtzahl der | <i>Trutta fario</i> | <i>Tr. iridea</i> | <i>Cottus gobio</i> |
|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Länge der       | gefangenen     |                     |                   |                     |
| (m)             | Fische         |                     |                   |                     |
| 52              | 32             | 17                  | 5                 | 10                  |

durchgeführt. Die hier abgefischte Versuchsstrecke zeigt die charakteristischen Bedingungen der oberen Forellenregion. Die Tabelle 2 veranschaulicht das Ergebnis.

Der Gesamtbestand von 22 Salmoniden ist für die betreffende Bachstrecke als gut anzusehen. Besonders zu erwähnen ist der Fang von *Trutta iridea*, wobei zwei der Altersgruppe III, zwei der Altersgruppe II und ein Exemplar der Altersgruppe I angehörten.

### 3.) Untere Forellenregion.

Als Untersuchungsorte in der unteren Forellenregion wurde der Beginn dieser Region gewählt (31.5.1950) und in der Untersuchung von Herbst (22.10.1949) ein Punkt in dem unteren Abschnitt dieser Region, unweit des Dorfes Schmalnau.

TABELLE 3.

Quantitative Abfischungen „Maiersbachmündung“ (31.5.1950) und „Schmalnau“ (22.10.1949).

| Fangort         | Länge der Versuchs-strecke (m) | Gesamt-zahl | <i>Tr. fario</i> | <i>Tr. iridea</i> | <i>Cottus gobio</i> | <i>Phoxinus laevis</i> | <i>Anguilla vulgaris</i> |
|-----------------|--------------------------------|-------------|------------------|-------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| Maiers-bachmdg. | 40                             | 58          | 53               | —                 | 3                   | —                      | —                        |
| Schmalnau       | 50                             | 50          | 28               | 2                 | 9                   | 8                      | 3                        |

Der Beginn dieser Region zeigt einen fast reinen Bachforellenbestand. Das Vorhandensein der für die untere Forellenregion charakteristischen Fische konnte wenig unterhalb der Abfischung „Maiersbachmündung“ nachgewiesen werden.

Der quantitative Bestand ist als ausserordentlich gut anzusehen.

Das Durchschnittsgewicht der Forellen beträgt 78,9 g. Dies ist ein Zeichen dafür, dass das Gewässer stark ausgefischt ist und der grösste Teil der älteren Laichfische, durch extensive Wirtschaft der Kriegs- und Nachkriegszeit, weggefangen wurde. Anderseits ist der relativ grosse Bestand an jungen Bachforellen als Zeichen einer erfreulichen Wiederbelebung des Flusses anzusehen.

Der zweite Untersuchungsort in der unteren Forellenregion zeigt schon ein vielseitigeres Besiedlungsbild. Das hierbei festgestellte Fehlen der Schmerle (*Cobitis barbatula* L.) und des Neunauges (*Petromyzon planeri* Bl.) ist wohl zufallsbedingt oder in einem Mangel der Elektromethodik bedingt, deren Wirkung bei den im Schlamm des Bachgrundes lebenden Formen eingeschränkt ist.

Mit 28 ( . 26%) Exemplaren der Bachforelle ist die Dominanz dieses Fisches in dieser Region klar verdeutlicht.

#### 4.) Äschenregion.

In der Äschenregion konnten die Untersuchungen zweier zu verschiedenen Jahreszeiten durchgeführten Untersuchungen verglichen werden. Beide Untersuchungsstellen waren nur etwas über 1 km voneinander entfernt (unweit des Dorfes Welkers).

TABELLE 4.

Quantitative Abfischungen in der Äschenregion.

„Welkers I“ am 21.10.1949

„Welkers II“ am 31. 5.1950

| Fang  | Länge der Untersuchungsstrecke (m) | Gesamtzahl               | <i>Thymallus vulgaris</i>   | <i>Trutta fario</i>      | <i>Cottus gobio</i>       | <i>Phoxinus laevis</i> | <i>barbatula Cobitis</i> |
|-------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| I     | 150                                | 163                      | 32                          | 21                       | 28                        | —                      | 9                        |
| II    | 50                                 | 64                       | 6                           | 9                        | 9                         | 4                      | —                        |
| <hr/> |                                    |                          |                             |                          |                           |                        |                          |
| Fang  |                                    | <i>Gobio fluviatilis</i> | <i>Alburnus bipunctatus</i> | <i>Squalius cephalus</i> | <i>Barbus fluviatilis</i> |                        |                          |
| I     |                                    | 18                       | 27                          | 23                       | 7                         |                        |                          |
| II    |                                    | 8                        | 17                          | 6                        | 5                         |                        |                          |

Die hierbei deutliche Zahlendifferenz ist durch die verschiedene Länge der Untersuchungsstrecke gegeben. Die relative Besiedlungsdichte ist allerdings annähernd gleich, wie die auf den Quadratmeter Wasserfläche und auf den Kubikmeter Wasser berechnete Fischmenge zeigt (Siehe hierzu Tabelle 5).

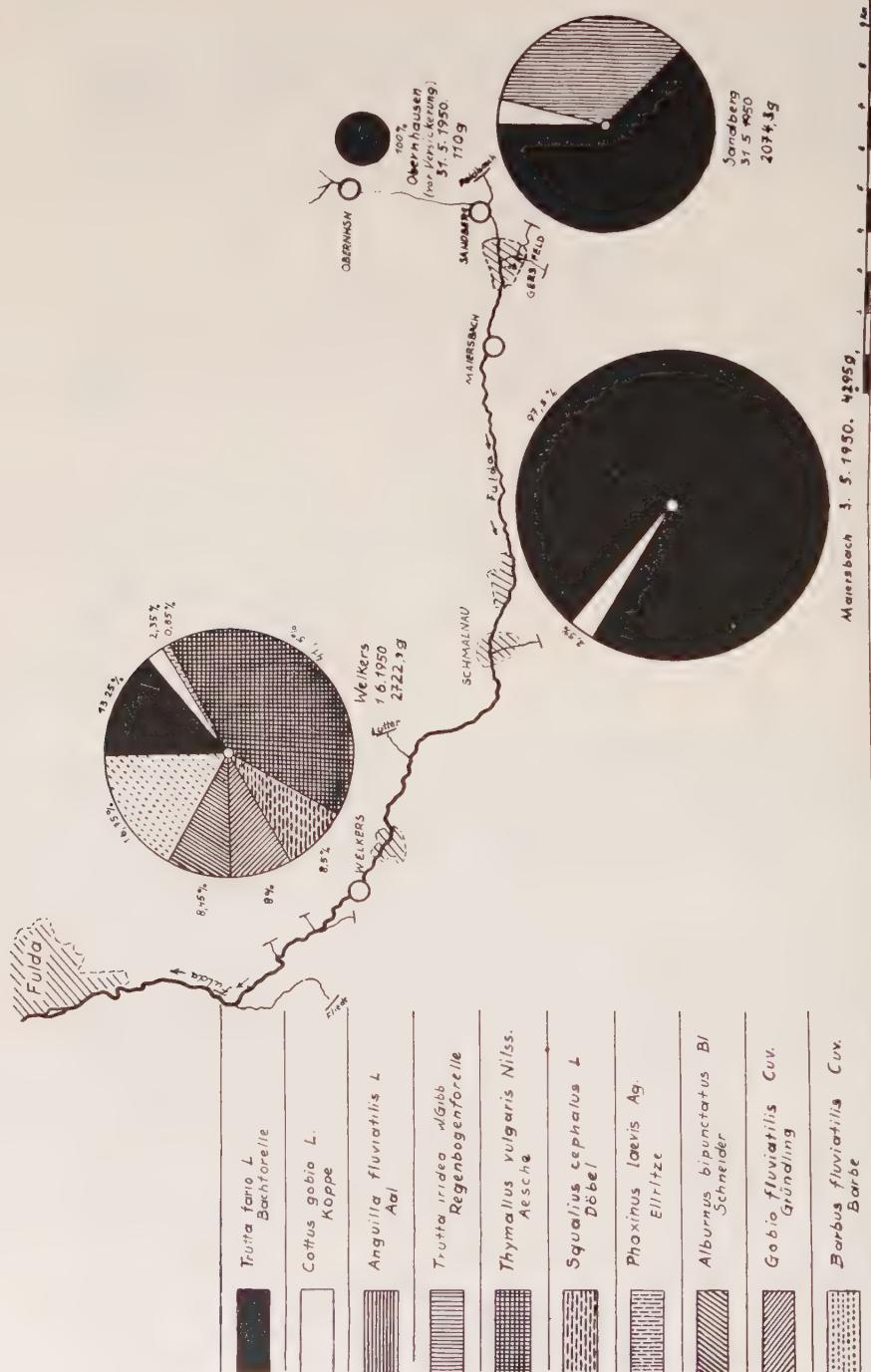
TABELLE 5.

Relative Besiedlungsdichten bei den Untersuchungen „Welkers“

| Fang | Abgefischte Wasserfläche:<br>m <sup>2</sup><br>Wasserfläche | Wasserfläche:<br>m <sup>3</sup><br>Wasser | Zahl der gefangenen Fische:<br>m <sup>2</sup><br>Wasserfläche | Fische:<br>m <sup>3</sup><br>Wasser |
|------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| I    | 450                                                         | 180                                       | 0,36                                                          | 0,9                                 |
| II   | 140                                                         | 84                                        | 0,46                                                          | 0,8                                 |

Die Tabellen zeigen, dass der Bestand im Frühjahr 1950 (Fang II) etwas grösser war als im Herbst 1949 (Fang I), allerdings war der Edelfischbestand geringer.

Diese Tatsache klärt sich aus der intensiven Nutzung des Gewässers, wobei z.Zt. der Durchführung der Untersuchung „Welkers I“ eine grosse Anzahl laichreifer Forellen und Äschen zu Zucht-



zwecken entnommen worden waren. Gleichfalls ist ein relativ starkes Absinken des Döbelbestandes festzustellen, der im Herbst 1949 fast restlos ausgefischt wurde, sich aber in einer Anzahl jüngerer Exemplare schon wieder angesiedelt hatte. Das Fehlen der Barbe im Herbst und ihr Auftreten in der Frühjahrsuntersuchung ist aus der Laichwanderung dieses Fisches in flachere, sauerstoffreichere Regionen oberhalb der Barbenregion zu erklären. (Alle am 1.6.1950 gefangenen Barben standen unmittelbar vor dem Ablaichen). Das wechselseitige Fehlen von *Cobitis barbatula* und *Phoxinus laevis* erscheint zufallsbedingt und liegt wahrscheinlich auch in den Mängeln der Methodik begründet.

#### 5.) Zusammenfassende Betrachtung des Fischbestandes in der Salmonidenregion der Fulda.

Betrachten wir zusammenfassend die obigen Ergebnisse aus den einzelnen Abschnitten der Salmonidenregion der Fulda, so zeigt sich, dass mit dem Grösserwerden des Bachlaufes die relative Besiedlungsdichte abnimmt (Siehe Tabelle 6). Dies gilt sowohl für die Zahl der in einer Untersuchungsstrecke gefangenen Fische als auch für die Gewichtsmenge pro  $m^2$  und  $m^3$ .

TABELLE 6.

Übersicht über den relativen Fischbestand aller Untersuchungen in der Salmonidenregion der Fulda.

| Unter-<br>suchungsort | Abgefischte<br>Wasserfläche |       | Zahl der gefangenen<br>Fische |       | Gewicht der gefangenen<br>Fische |       |
|-----------------------|-----------------------------|-------|-------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
|                       | $m^2$                       | $m^3$ | $m^2$<br>(Stück)              | $m^3$ | $m^2$<br>(g)                     | $m^3$ |
| Oberhausen            |                             |       | nicht erfassbar               |       |                                  |       |
| Sandberg              | 57                          | 17,2  | 0,56                          | 1,9   | 36,4                             | 122,0 |
| Maiersbach            | 120                         | 48,0  | 0,48                          | 1,2   | 35,8                             | 89,4  |
| Schmalnau             | 175                         | 52,5  | 0,28                          | 0,9   | —                                | —     |
| Welkers I             | 450                         | 180,0 | 0,36                          | 0,9   | —                                | —     |
| Welkers II            | 140                         | 84,0  | 0,46                          | 0,8   | 19,4                             | 32,4  |

Die Gründe einer abnehmenden Besiedlungsdichte sind wohl darin zu suchen, dass der Bergbach ein besonders grosses Nahrungsreservoir darstellt. Massenaufreten von Gammariden, Ephemereniden (*Baetis* spec., *Ecdyonurus*, *Ephemera*) und Trichopterenlarven (*Hydropsyche* spec., *Rhyacophila* spec., Limnophiliden) sind hier auf engem Raum zu beobachten. Zur Verdeutlichung der in Tabelle 6 dargestellten Ergebnisse mögen die Abbildungen 2 und 3 dienen.

Die Darstellung erfolgte dort einmal nach der Individuenzahl (Abbildung 2), zu anderem aber nach den Gewichtsanteilen der einzelnen Arten des dort vorgefundenen Gesamtbestandes (Abbildung 3).

Eine solche doppelte Darstellung erscheint notwendig, da nur bei gemeinsamer Berücksichtigung beider Werte die tatsächliche Bedeutung der einzelnen Arten richtig einzuschätzen ist.

#### LITERATUR:

BEHNING, A. - Das Leben der Wolga. Die Binnengewässer Bd. V. Stuttgart 1928.

BELING, D. - Die Fische der Sula. Unveröffentlichtes Manuskript.

BERG, K. - Biological studies on the river Susaa. Fol. Limnol. Scand. 4 - 1948.

GEJSKES, D. C. - Faunistisch - ökologische Untersuchungen am Röserenbach bei Liestal im Baseler Tafeljura. Tijdsch. v. Entom. Bd. 78. H. 3+4 - 1935.

HUET, M. - Esquisse Hydrobiologique des eaux piscicoles de la Haut-Belgique. Station de Recherches de Groenendael. Travaux Serie D. Nr. 2 - 1942.

HUET, M. - Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux courantes. Schw. Zeitschr. f. Hydrologie. Vol. XI. Fasc. 3/4 - 1949.

ILLIES, J. - Die Mölle. Faunistisch - ökologische Untersuchungen an einem Forellenbach des Lipper Berglandes. Archiv f. Hydrobiologie Bd. 46 S. 424 - 612. - 1952.

ILLIES, J. - Zur biocenotischen Gliederung der Fulda. Ber. d. L. F. F. II - 1951.

LAUTERBORN, R. - Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstromes. Sitzungsber. d. Heidelberg. Akad. d. Wiss. Jg. - 1918.

SCHERMER, E. - Hydrobiologische Untersuchungen im Travegebiet. Forsch. d. Geograph. Gesellsch. u. d. Naturhist. Museums in Lübeck. Zweite Reihe, H. 42 - 1950.

THIENEMANN, A. - Der Bergbach des Sauerlandes. Int. Rev. f. d. ges. Hydrobiologie. Suppl. IV. Serie - 1912.

THIENEMANN, A. - Die Binnengewässer Mitteleuropas. Die Binnengewässer Bd. I - 1925.

THIENEMANN, A. - Die Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Mitteleuropas. Die Binnengewässer Bd. XVIII. Stuttgart - 1950.

WITTMACK, A. - Beiträge zur Fischereistatistik des deutschen Reiches. Circular des deutschen Fischereivereins. Berlin 1876.

# Ecological Observations on the Marine Algae of Ghardaqa (Red Sea)

By

A. H. NASR

Professor of Cryptogamic Botany, Faculty of Science, Alexandria

## INTRODUCTION

The ecological study of the marine algae in the Red Sea is little known and the subject is one that not only demands critical study but promises important results which would prove useful for algologists and students working out the algal tropical problems. The present study was based in part on collections and observations made at the Marine Biological Station, Ghardaqa, Red Sea, during subsequent visits paid to this region from 1934 till 1939. The major part of this work, however, was carried out when the writer was living at the Station and occupying the position of assistant director (1939-1943).

## FACTORS AFFECTING ALGAL VEGETATION

### 1. *Climate.*

The climate is practically rainless at Ghardaqa and the sky is for the most part cloudless all the year round, resulting from the geographical position of Ghardaqa which lies within the sub-tropical zone. The following table compiled from the data given by the Physical Department, Ministry of Public Works, Cairo, gives us different data on the climatic conditions.

As seen from Table (I) the rain fall in the Red Sea decreases from Port-Tewfik to Ghardaqa and increases from Ghardaqa to Suakin, while the air temperature increases from Port-Tewfik to Suakin. The difference between the maximum air temperature in the northern part of the Red Sea is  $1.5^{\circ}$ , while it is about three times this difference in the southern part of this sea.

The dry northern wind blows freshly on most days of the year, and dead calms seldom occur. Calms are generally followed by a damp E

Table I

|                          | Mean<br>t°C | Relative<br>humidity<br>% | Clouds | Rain fall<br>mms. | Wind force |
|--------------------------|-------------|---------------------------|--------|-------------------|------------|
| Port-Tewfik<br>1921-1934 | 21.7        | 66                        | 1.9    | 18                | 2.4        |
| Tor<br>1905-1934         | 22          | 59                        | 1.5    | 12                | 2.6        |
| Ghardaqa<br>1927-1934    | 23.2        | 52                        | 1.0    | drops             | 4.5        |
| Qoseir<br>1927-1934      | 24.6        | 51                        | 0.6    | 7                 | 4          |
| Port Sudan<br>1905-1934  | 28          | 61                        | 2.2    | 109               | 2.6        |
| Suakin<br>1910-1934      | 28.5        | 53                        | 3.1    | 181               | 2.3        |

to SE wind for a few days only. There are no hurricanes nor are there sand storms in this latitude; though the latter are frequent through the summer in the southern part of the Red Sea.

The humidity is very low in an offshore wind at Ghardaqa, but the sea breeze, especially if SE, or E, is damp and may be very damp, but these SE winds are much rarer than in lower latitude. These conditions naturally have an effect on the algae of the littoral belt, cooling the shallow water in winter and raising its temperature in summer.

## 2. Temperature of Sea-water.

The average temperature of inshore water at Ghardaqa is about 27.5°C. According to the law of temperature (SETCHELL 1915) Ghardaqa in summer is distinctly considered as being in the tropical zone.

From the thermographic data the lowest temperature occurs in January and February, while the highest is recorded in July and August. The extreme range of temperature recorded is from 15°C. to 29°C, i.e. 14°C. through the whole year. The curve (Fig. 1) illustrates the mean temperature recorded at the Station at a depth of 1.5 m. off the pier end during 1936 and 1937. In January and February the temperature is comparatively variable in contrast to the

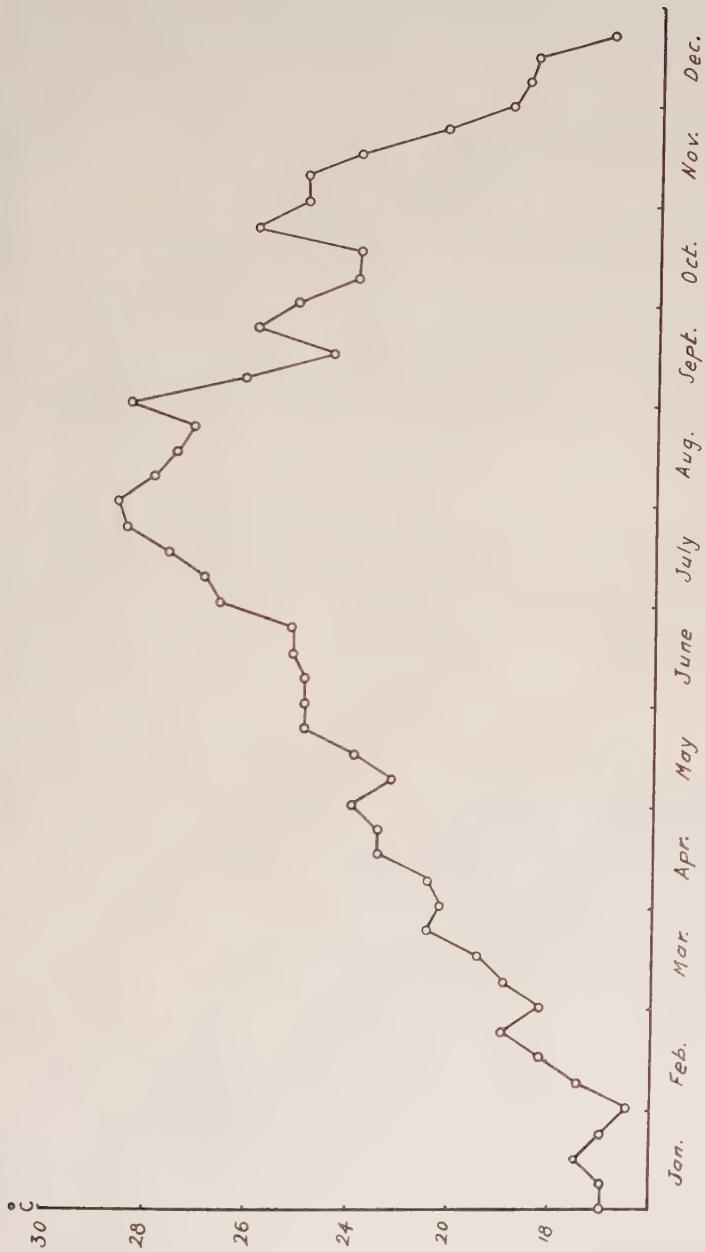


Fig. I

slight variations in April and May. Late in spring when the curve of temperature rises smoothly, the algal activity is accelerated and attains its maximum with the optimum temperature in summer.

The following table gives the monthly rate of change in the temperature of the sea water.

The following data were tabulated from the thermograph Charts of the Station in 1934-35.

Table II

| Month     | Average maxima | Change of average since the previous month |
|-----------|----------------|--------------------------------------------|
| January   | 19.0°C         | - 0.3°C                                    |
| February  | 19.3°C         | - 0.3°C                                    |
| March     | 20.5°C         | 1.2°C                                      |
| April     | 23.0°C         | 2.5°C                                      |
| May       | 26.5°C         | 2.5°C                                      |
| June      | 27.3°C         | 0.8°C                                      |
| July      | 27.5°C         | 0.2°C                                      |
| August    | 28.0°C         | 0.5°C                                      |
| September | 26.8°C         | - 1.5°C                                    |
| October   | 24.8°C         | - 2.0°C                                    |
| November  | 22.8°C         | - 2.0°C                                    |
| December  | 21.8°C         | - 1.0°C                                    |

From the third column, it is seen that the greatest increase of the average occurs from March to April (2.5°C) and from April to May. The greatest decrease of the average maxima, however, occurs from September to October and from October to November (2.0°C). This result coincides with the activity of the algal vegetation which decreases in the late autumn.

Table (III) comparison between the mean temperature of sea water at Ghardaqa and Cherchell.

It is interesting to compare our data of the sea water temperature with those of Cherchell (FELDMANN 1931). The general mean temperature in the Red Sea is about 3°C higher than that of the Mediterranean at Cherchell. Both temperature attain their maxima in July and August. This may explain the general conformity of the Red Sea algal flora with the Mediterranean especially in the presence of the pantropico-phyceae which are suited for higher temperatures (NASR 1940).

The temperature of the surface water in the inner lagoons, during winter is about 1°C less than that of the outer lagoons. In tide-pools the temperature may be raised considerably. It rises still further in

Table III

| Month    | Ghardaqa | Cherchell | Month     | Ghardaqa | Cherchell |
|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| January  | 19.°C    | 16.5°C    | July      | 27.7°C   | 23.1°C    |
| February | 20.°C    | 16.3°C    | August    | 27.9°C   | 23.7°C    |
| March    | 21.°C    | 17.4°C    | September | 26.3°C   | 22.9°C    |
| April    | 23.°C    | 17.8°C    | October   | 25.1°C   | 20.9°C    |
| May      | 24.°C    | 18.6°C    | November  | 24.1°C   | 17.9°C    |
| June     | 25.1°C   | 22.0°C    | December  | 20.3°C   | 17.7°C    |

mid-summer, when the writer recorded it to be 35°C and 37°C at 2 p.m. in June and July respectively. The littoral belt on this account is relatively poor in summer and rich in winter and spring.

### 3. Light.

Light is essential for marine algae in carrying out photosynthesis. The fact that the intensity of light diminishes and its colour spectrum changes as depth increases, is one of the most important factors as to the distribution of algae. According to GAIDUKOW (1904) the algal vegetation is well affected not only by light intensity but also by light quality. Light, as a matter of fact, plays an important rôle in the vertical distribution of algae. Various methods were adopted in measuring light intensity and the rate of its decrease with regard to depth. The primary method used was the secchi disc, a white disc, about 20 cm. in diameter, which is lowered into water until it disappears, giving in this way a comparative study of light penetration in the different regions investigated. The photographic plate and the photo-electric cell used by KLUGH (1925) gave a very satisfactory result. It has been shown that the intensity of light decreases in the sea with the increase of depth. This depends also on the planktons and inorganic material suspended in water, which would absorb the intensity of light indifferently.

The duration of light has large effect on the biological form of many algae as would be expected. Delicate forms, such as *Callithamnion*, *Antithamnion*, *Griffithsia* and *Spermothamnion* grow in shallow water sheltered under projecting rocks and in crevices to avoid the intense and long day light. It is interesting to mention that *Microdictyon* *Agardhianum*, *Udotea javensis*, *Rhipiliopsis aegyptiaca* and *Botryocladia Chiajeana* are to be looked for in crevices and generally on a dark coloured substratum, and are considered as heliophage types. *Pleonosporium Borreri* was found on open coral reef-flat collecting

much sand among the incurved branches, which act as a protection against high intensity of illumination. Some algae become bleached in exposed parts such as *Spyridia filamentosa*, growing on the littoral belt; sheltered branchlets near the base are deeply coloured, while free exposed branchlets are freely coloured. The same case was observed for *Endosiphonia clavigera* which forms cartilaginous bush-like thallus of about 2 feet in diameter (NASR 1938); the frond was light purple on the surface and dark purple below.

*Codium decorticatum* is found in many places as sun-loving form waving in the current and deep green through out. The only place where it was found in abundance was at Qoseir in the lower littoral belt, where a stream of sea water runs from the higher parts of the reef at low tides. Some members of the *Squamariaceae* form incrustations upon dead corals as well as upon other algae; some of which flourish in the intense light upon the reef-flat; but the majority flourish best in the shade. *Melobesia farinosa* and *Peyssonnelia rubra* grow in crevices and under rocks and are deeper in colour where shaded. As elsewhere in the tropics the *Florideae* in the littoral belt are feebly developed, but they are numerous in the sub-littoral belt, quite in accordance with similar observations on the Mediterranean algal flora (FELDMANN 1937, NASR and ALEEM 1949). As a matter of fact they are abundant on exposed shores such as Qoseir for being continually aerated by strong waves which help in bringing up fresh food material and for the formation of foams that will hinder light intensity.

The *Fucoideae*, however, are common in sheltered beds in shallow water and on reef-flats.

The *Chlorophyta* are common between tide marks and on reef-flats. They are, however, represented by few species at a depth of 40 fms.

Phototropism in *Acetabularia* *Caliculus* has been demonstrated (NASR 1939). *Caulerpa racemosa*, growing in the aquarium under feeble light intensity, showed two ranked vesicles in contrast to individuals, growing on reef-flats, with radially arranged vesicles (NASR 1947).

#### 4. *Salinity.*

The author's observations on the salinity around Ghardaqa are few; but the following data give a good idea of the conditions of the water in the different localities. The salinity of the Red Sea is comparatively high and of course in tide pools it becomes much higher. In tide-pools, the salinity as just said is both high and variable. The extreme range of salinity in tide-pools from  $41.29^{\circ}/_{\text{oo}}$  to  $44.09^{\circ}/_{\text{oo}}$  may

occur in one and the same day. In such a habitat *Cystophyllum trinode*, *Cystoseira Myrica*, *Laurencia papillosa* and *Digenea simplex* flourish, evidently being able to withstand this range of salinity.

Table IV.

*The Salinity of water above the Crescent Reef, in Crevices and in tide-pools.*

| Date      | Crescent Reef | Crevices  | Tide-pools |
|-----------|---------------|-----------|------------|
| 15.3.1936 | 40.61°/oo     | 40.66°/oo | 41.81°/oo  |
| 25.3.1936 | 40.55°/oo     | 40.59°/oo | 41.29°/oo  |
| 6.4.1936  | 40.37°/oo     | 40.73°/oo | 43.35°/oo  |
| 17.4.1936 | 40.88°/oo     | 40.75°/oo | 42.39°/oo  |
| 21.4.1936 | 40.75°/oo     | 40.73°/oo | 44.09°/oo  |
| 30.4.1936 | 40.48°/oo     | 40.72°/oo | 42.37°/oo  |

It seems that such differences of salinity between crevices and reef-surfaces are of little significance for algal growth; but the range in salinity of water over the reef-flat is higher than that of the crevices. Comparing the general salinity of the Red Sea with other seas of the same latitude, it is easily seen that the former is considerably higher. This high salinity has a great influence on the algal vegetation and may throw light on the interpretation of the poverty of this flora in comparison with the rich flora of the adjacent regions in the tropical seas.

##### 5. Hydrogen-ion Concentration.

The alkalinity of the water in the Red Sea varies from place to place attaining its maximum in the tide pools in the same way as the alkalinity.

Table V.

*Temperature and hydrogen-ion concentration in tide-pools.*

| Date      | Temperature °C | pH   |
|-----------|----------------|------|
| 25.3.1936 | 25.0           | 8.31 |
| 30.3.1936 | 20.0           | 8.24 |
| 7.4.1936  | 32.0           | 8.62 |
| 17.4.1936 | 24.2           | 8.29 |
| 21.4.1936 | 32.8           | 8.70 |
| 30.4.1936 | 24.0           | 8.24 |

As seen from Table (V) the range in alkalinity increases with the increase of temperature. This result coincides with similar results obtained by FELDMANN (1933). It has been clearly shown that the rise of temperature of tide-pools indicates higher alkalinity.

#### 6. *Tides.*

The two daily tides at Ghardaqa are of the same height. The average spring tide for the flow is about 3' 4" and the average neap is about 2' 7"; but this is no indication of when the reefs will be exposed since the mean level varies considerably and irregularly. The main variation is due to the monsoon winds in the Indian Ocean, that lower the general level of the Red Sea by two feet in summer, but other variations are due to meteorological conditions. There are occasions in winter, not occurring every year, when the tide falls low enough to just expose the coral reefs to the air i.e to lowest summer tide level. The highest tides occur with variable winds and thunder storms over Sinai Peninsula.

The range of tides in spring varies from 6" to 11 6" for low tides and from 2' 2" to about 3' 10" for high tides. At that time of the year the middle littoral belt is exposed to the air occasionally. In summer the range recorded for low tides is from 0" to 1' 4", while that for high tides is from 2' 2" to 3' 4". The coral reefs are exposed when the height of the tides is below 2" which occurs rarely.

#### 7. *Biotic Factors.*

It is well known that marine algae form the most fundamental food supply of marine animals. In the northern part of the Red Sea some fishes depend entirely upon algae either the attached forms or the floating forms.

*Acanthurus sohal* was observed nipping off branches of *Endosiphonia clavigera* and *Digenea simplex*. It does not feed on the upper portion of the alga but it dislodges the whole alga from the base together with a part of the substratum, a case verified by the presence of minute algae whose bases creep on substratum and to which it is firmly attached by shizoids. The species obtained from the intestine of this fish are, *Gelidium pusillum*, *Laurencia obtusa*, *Hypnea musciformis*, *Dictyosphaeria cavernosa*, *Hydroclathrus clathratus* and *Boodlea composita*.

*Teuthis sigana*, a common sea-shore fish, hovers over *Sargassum* drifted at the pier end. The investigation of its intestine shows the

presence of this alga in the process of digestion together with *Valonia aegagropile* and *Digenea simplex*.

*Naseus unicornis*, the so-called Rahawa by the natives, is one of the most important fish in the destruction of sea-weeds on our coast. It feeds almost on the thalli of *Sargassaceae*.

Some crustacea cling to sea-weeds for shelter from enemies or strong illumination and some others find their prey among them e.g the shore crab.

Since light and probably mineral nutrients are ample in our tropical region, the competition of algae for these would be negligible, whereas their competition for attachment is often a biotic factor of great importance. This latter competition between algae for these substrata is weakened in sandy bottom, since the species requiring this habitat are very few. Similarly, the same phenomenon can be detected in muddy bottom. This is clearly shown in the barren muddy or sandy shoals in the neighbourhood of the station. On the contrary the competition in rocky or coralline substratum is so great that the algal vegetation may be very close and nothing is left bare on coral reef-flats unless it is proved to be sandy.

Still further, the competition between the algae in establishing themselves would be greatest in the lower littoral and upper sub-littoral belts, where most of our genera and species are present.

The attention of the natives has not yet been directed to the utilisation of sea-weeds as manure, probably because there is no proper cultivation in this deserted region. In view of this fact our algae are not visibly disturbed by man, unlike algae inhabiting, for instance, the Japanese waters.

The greatest bulk of the algal epiphytes occupies the same locality, which gives a good clue for algal activity as a biotic competitor. Epiphytism is a general case when met with among marine algae especially in the case of the dense vegetation where there is a great competition in colonising the substratum. The fine species occurring in the cryptoblasts of the *Fucales* are generally those which possess long rhizoids and grow in ceaspitose manner. They are characterised also by shedding a great number of zooids which are capable of repeating their life cycle before the higher algae shrivel and die. Good examples of these types are *Ectocarpus* and *Sphaerelaria*. There are some epiphytes restricted to certain species of algae and characterising a special combination of biotic requirements. This case has gone so far to the extent that a species may be used as an indicator to the other. The stalks of *Acetabularia* *Caliculus* are commonly inhabited with some filaments of *Ceramium transversale* and the branched diatom *Lycmophora*. *Sphaerelaria* is always colonised on our shores by the red alga, *Erythrotrichia carnea*. *Schizothrix Nasri* is always

entangled with the spirally arranged *Lyngbya complectens* (FREMY & NASR 1938).

In many cases it is difficult to explain why certain genera act as a good substratum for the attachment of algae, while others do not. In few cases, however, one does not fail to find a reason. The stipes of *Turbinaria decurrens* are totally inhabited by a luxuriant growth of *Sphaelaria furcigera*. This may be due to the rough surface offered by this species. The stipes of *Sargassum* are poorly inhabited by epiphytes; but the frond of *Digenea simplex* is an unmistakable example of the algae which offers such good hospitality for various algae to live, to the extent that it may not itself be easily seen.

Marine algae do not only grow on plants, but also on marine animals viz bivalved shells, carapaces of some Decapods, mantles of many Lamellibranchs and Gastropods, in the tentacles of many corals and lastly in sponges. The Cyanophyta are the well known example illustrating the various cases of epizoic algae. The algae generally use them as dead substratum without gaining any beneficial value from them. They may, however, get indirect privilege for being attached to living animals, as a carrier for changing their habitat and consequently avoiding non ventilation. Sea-cucumbers and sea-urchins, though sluggish in movement, do not offer any algal vegetation, most probably due to the continuous movement of their skin, quite in accordance with FELDMANN (1938).

Address of the Author  
FACULTY OF SCIENCE  
Alexandria, Egypt.

#### R E F E R E N C E S

FELDMANN, J., - 1931 Contribution à la flora algologique marine de l'Algérie, les algues de Cherchell; Bull. Soc. Hist. Nat. de l'Afrique du Nord, t. 22, Alger.

— 1937 Les algues marines de la cotes des Alberes; Rev. Alg. vol. IX, Fasc. 3—4, Paris.

— 1938 Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée; ibid vol. X, fasc. 1—4.

FELDMANN, J. & DAVY DE VIRVILLE - 1933 Les conditions physiques et la végétation des floques littorales de la côte des Alberes Rev. Gen. de Bot., vol. 45, Paris.

FREMY, P. and NASR, A. H. - 1938 Two New Cyanophyceae from the Red Sea. Bull. Fac. Sc. No. 18, Cairo.

GAIDUKOW, N. - 1904 Die Farbe der Algen und des Wassers; Hedwigia bd. 43, heft 2.

KLUG, A. B. - 1925 Ecological Photometry and a new instrument for measuring light; Ecology, vol. 6, no. 3.

NASR, A. H. - 1938 Contributions to our knowledge of Endosiphomia Clavigera Zanard, in relation to its systematic position; Bull. Inst. d'Egypte, t. XX, Le Caire.

— 1939 On the Phototropism of Acetabularia Caliculus Quoy et Gaim., Rev. Alg. vol. XI, Paris.

— 1940 The Chorography of the Marine Algae inhabiting the northern part of the Red Sea. Bull. Inst. d'Egypt. t. XXII, Le Caire.

— 1947 Synopsis of the Marine Algae of the Egyptian Red Sea Coast. Bull., Fac. Sc. no. 26, Cairo.

NASR, A. H. & ALEEM, A. A. - 1949 Ecological Studies of some Marine Algae from Alexandria; Hydrobiologia, vol. 1, no. 3. The Hague.

SETCHELL, W. A. - 1915 The Law of Temperature connected with the Distribution of Marine Algae. Ann. Miss. Bot. Garden II.

# Beobachtungen über die Tierwelt an einer künstlichen heißen Quelle

von

HERMANN REMMERT

(aus dem Zoologischen Institut Kiel)

Im Winter 1952/53 fand ich bei Ilten/Hannover an einer Fernheizungsleitung zwischen zwei Kalischächten ein undichtes Druckventil, durch das dauernd heißer Dampf in ein Eisenbassin strömte. Während überall sonst eine 5cm hohe Schneedecke lag, war die nähere Umgebung dieser Stelle warm und feucht. Es war ein reiches Tierleben vorhanden. Leider konnte ich die Stelle erst Anfang März 1953 genauer untersuchen.

Der Dampf strömte in das (verdeckte) Eisenbassin und erwärmte das darin befindliche Wasser beträchtlich. Ein kleines seitliches Loch an dem Bassin ließ dauernd einen kleinen Bach heißen Wassers austreten. Dies bildete am Fuße des Bassins eine kleine Pfütze (Breite etwa 20 cm, Länge 40 cm, Tiefe bis 4 cm,), die durch einen Bach von etwa 5 cm Breite in einen Graben entwässerte.

Zunächst einige Angaben über die Temperaturen:

| Datum  | Luft | Bo-<br>den | Wetter                            | Temperatur °C<br>vom Rand des Eisenbassins |     |          |          |          |
|--------|------|------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|-----|----------|----------|----------|
|        |      |            |                                   | 1cm                                        | 5cm | 10<br>cm | 20<br>cm | 30<br>cm |
| 20.12. | -3   | ?          | Schnee                            | 40                                         | ?   | ?        | ?        | ?        |
| 9.3.   | +8   | 5,5        | angenehm                          | 28,5                                       | 17  | 14       | 13       | 12       |
| 12.3.  | +3   | 6,5        | Kalt. nass<br>Graupel-<br>schauer | 32,5                                       | 20  | 15       | 11       | 10       |

Auch bei tiefen Aussentemperaturen dürfte die nächste Nähe des Eisenbassins kaum kühler geworden sein. Eher ist mit dem Gegenteil zu rechnen, da dann stärker geheizt wurde und mehr Dampf in das Bassin einströmte. In größerer Entfernung — d.h. schon bei etwa 30 cm — allerdings dürften sich Außentemperaturen stark be-

merkbar gemacht haben, wie dies ja auch die Temperaturunterschiede am 9.3. und 12.3. zeigen. Am 4.4.53 wurde das Ventil in Ordnung gebracht und die Lebensdauer dieser künstlichen Thermalquelle war beendet. Das austretende Wasser war als Kondenswasser praktisch ohne alle gelösten Mineralstoffe. Der Boden dagegen hatte jahrelang unter starkem Salzeinfluß gestanden (eine Drahtseilbahn, die Kalisalze von einem Schacht zum anderen beförderte, war über das Gelände hinweggegangen, sie war erst 1949 stillgelegt worden); wenn auch ein Salzgehalt im Boden kaum noch festzustellen war, dürfte doch daher das Auftreten einiger halophiler Arten zu erklären sein (*Culicoides nubeculosus*, *C. meinerti*, *Symplecta stictica*).

Die Verteilung der Tierwelt an der „Quelle“ lässt sich am besten in einer Tabelle zeigen.

(Angaben in cm bedeuten die Entfernung von dem Eisenbassins-Rand).

|                          | Anzahl<br>allg. | 1—5cm | 5—10 | 10—30 | über 30cm |
|--------------------------|-----------------|-------|------|-------|-----------|
| Naididae                 |                 |       |      |       |           |
|                          | 3               | —     | —    | ×     | —         |
| Heterocypris incongruens |                 |       |      |       |           |
|                          | viel            | ×     | ×    | —     | —         |
| Isotomurus palustris     |                 |       |      |       |           |
|                          | viel            | ×     | ×    | ×     | —         |
| Symplecta stictica       |                 |       |      |       |           |
|                          | viel            | ×     | ×    | —     | —         |
| Ormosia bivittata        |                 |       |      |       |           |
|                          | I               | —     | ✓    | —     | —         |
| Culicoides nubeculosus   |                 |       |      |       |           |
|                          | viel            | ✓     | ✓    | —     | —         |
| Culicoides meinerti      |                 |       |      |       |           |
|                          | I               | —     | ✓    | —     | —         |
| Chironomus sp.           |                 |       |      |       |           |
|                          | I               | —     | ✓    | —     | —         |
| Smittia edwardsi         |                 |       |      |       |           |
|                          | I               | —     | —    | ✓     | —         |
| Nemotelus sp.            |                 |       |      |       |           |
|                          | I               | —     | —    | ✓     | —         |

× = vorhanden

— = fehlend

Hinzu kamen noch Ameisen, die von den bei der allgemein herrschenden niederen Temperatur absterbenden Insekten-Imagines lebten.

Betrachten wir nun die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten:<sup>1)</sup>

*Heterocypris incongruens* (RAMDOHR)

Die Art gilt als außerordentlich euryök und eurytherm. Sie wurde u.a. in Rockpools, schwach salzigen Gewässern und vielen anderen verschiedenen Stellen gefunden (KLIE 1938)

*Isotomurus palustris* (MULL.) BÖRN.

Auch diese Art ist als recht euryplastisch zu bezeichnen; sie verlangt hohe Feuchtigkeit, was ja an dieser Stelle ausreichend gegeben war, sodaß sie zu Massenentwicklungen kommen konnte.

*Erioptera (Symplecta) stictica* MEIGEN

Bei Untersuchungen über die Dipteren von Salzböden fand ich die Art regelmäßig und häufig sowohl an der Küste als auch an Binnensalzstellen. Dabei scheinen ihre Ansprüche durchaus gering zu sein, auch diese Art können wir wohl zu den euryplastischen Formen rechnen.

*Ormosia (Rhypholophus) bivittatus* LOEW

Diese Art, von der nur ein Stück gezüchtet werden konnte, ist mir bisher sonst nicht bekannt. Über ihre ökologischen Ansprüche kann ich nichts aussagen.

*Culicoides nubeculosus* KIEFFER

Die Art gilt als halophil. Ich erhielt sie jedoch aus der Nähe von Plön, wo sie in Menge schwärmte, was für eine weitaus breitere ökologische Valenz spricht.

*Culicoides meinerti* KIEFFER

Auch diese Art gilt als halophil. Inwieweit das berechtigt ist, ist bisher nicht zu sagen.

*Chironomus* sp.

Nur eine Puppenhaut wurde gefunden, die nicht weiter bestimmbar war. Nähere Angaben können daher nicht gemacht werden.

)<sup>1)</sup> Für die Bestimmung der Ostracoden danke ich meinem Freunde G. HARTMANN — KIEL; der Collembolen Herrn Dr.K. STRENZKE — PLÖN, der Limoniiden Herrn PEDER NIELSEN — SILKEBORG.

### *Smittia edwardsi* GOETGHEBUER

*Smittia edwardsi* bewohnt allgemein feuchte Böden und ist eine der anspruchlosesten terrestrischen Chironomiden. Da jedoch — während sie an vielen Stellen der Umgebung massenhaft auftrat — keine einzige Larve in unmittelbarer Nähe des Eisenbassins gefunden wurde (wie *Culicoides* und *Symplecta*), scheint die Art übernormale Wärme zu scheuen.

Das gleiche gilt für

### *Nemotelus* dp.

Auch hier wurde nur eine Larve gefunden, während die Art in der Umgebung häufig war. Da nach meinen Beobachtungen an der Küste die Gattung eine ausgeprägte Periodizität beim Schlüpfen besitzt (nur im Juni—Juli, auch nicht bei warmer Zucht früher), halte ich es für wahrscheinlich, daß die Art die Wärme scheut.



Künstliche Thermalquelle bei ILTEN HANN

Interessant war es, als am 4. April das Ventil in Ordnung gebracht wurde und die Temperatur rasch absank, da kein Dampf mehr ausströmte. Die Imagines der Dipteren und die Ameisen flüchteten in das Eisenbassin, das natürlich am längsten die Wärme hielt und ertranken hier. Die Entwicklung der Larven und Puppen hörte auf (dies hatte ich auch in der Zucht erreicht, indem eine Probe im geheizten Raum eine andere bei Normaltemperatur aufbewahrte. Aus den kühl gestellten kamen erst Imagines, als ich nach 3 Wochen die Zucht ebenfalls in das geheizte Zimmer holte). Die Ostracoden starben ab und bedeckten in einer über 1 mm dicken Schicht den Boden der Pfütze.

Diese künstliche „Thermalquelle“ war also in der kurzen Zeit ihres Bestehens (wahrscheinlich etwa  $\frac{1}{2}$  Jahr) nur von relativ euryöken und eurythermen Formen ohne ausgeprägten Jahreszyklus besiedelt (Imagines schlüpften auch im Winter). Typische Thermal-tiere fanden sich nicht.

#### Literatur

KLIE, W. 1938 Ostracoda in Dahl, Tierwelt Deutschlands.

# Some remarks on *Plumatella philippinensis* Kraepelin

by

A. W. LACOURT, Leiden.

In 1887 KRAEPELIN described this species from the Philippines. He found one form of statoblast, only the free one, of which he did not give a good picture.

In 1898 four small zoaria of this species were found growing on the stalks of a waterplant in a hot-house of the Hortus Botanicus of the University at Amsterdam. Probably some statoblasts have been carried on with plants and they have been able to germinate in this hot-house. This material was wrongly identified with *Plumatella fruticosa* Allman. These zoaria consist of short, adherent tendrils which are crowded but not stuck together. The terminal parts are erect. The tendrils are much branched; sometimes they possess a keel. The cuticula is stiff and transparent, not incrusted. No polypids are present.

Only free statoblasts are present (fig. 1). They are numerous, of oval form and of a light brown colour. The rim of the capsule is dark brown, the capsule is smooth. The annulus is narrow, at the ends twice as broad as on the sides. On the ventral side the capsule is partly covered by the annulus. Measurements length: 365—430  $\mu$ , breadth 200—230  $\mu$ . The measurements given by KRAEPELIN (length 400—471  $\mu$ , breadth 200—255  $\mu$ ) agree with mine.

VORSTMAN (1928) stated *Plumatella fruticosa* Allman from Java but her figure indicates that the material belongs to *Plumatella philippinensis* too. I had the opportunity to study that part of the material described by VORSTMAN, which is preserved in the Zoologisch Museum at Amsterdam. The zoaria contain a number of free statoblasts, moreover some fixed statoblasts! (Fig. 2). The fixed ones do not show any trace of an annulus. They only consist of a capsule which is somewhat shorter and broader than the free statoblast, more rounded in outline. Measurements of the fixed statoblast: 312 / 232  $\mu$ . The length of the free statoblast given by VORSTMAN ( $\pm$  0,43 mm) agrees with what is known of *Plumatella philippinensis*.



Fig. 1



Fig. 2

MARCUS (1942) has recorded the occurrence of *Plumatella fruticosa* Allman in the state of Sao Paulo, Bresil, South America with doubt. This determination is likewise wrong. This is obvious by comparing the figures of the statoblasts in the paper by MARCUS with those given by BORG (1941) and with those given in my article on the Bryozoa of the Netherlands. (LACOURT 1949) The free statoblast of *Plumatella fruticosa* is longer and narrower than that of *Plumatella philippinensis*. The fixed statoblast of *Plumatella fruticosa* is not small and rounded like that of *Plumatella philippinensis* but very large and long-drawn. Moreover it is provided with an annulus. The measurements given by MARCUS of the free statoblast (length 378—412  $\mu$ , breadth 212—250  $\mu$ ) agree with those of *Plumatella philippinensis*.

I have been able to verify my determination of the Amsterdam material by means of a slide of the collection of the Hamburg Museum, marked „*Plumatella philippinensis* Statobl. Brl. Museum” This slide contains some free statoblasts; moreover three statoblasts without a trace of an annulus like the fixed ones in the material of VORSTMAN. In my opinion these are fixed statoblasts too. Unfortunately no further peculiarities of this slide are known.

Summary: *Plumatella philippinensis* Kraepelin, first recorded from

the Philippines is now also known to occur on Java and in South America.

The occurrence in a hot-house in Europe, of course, is not natural.

This species possesses free and fixed statoblasts; both are described and pictured by means of photo-micrographs.

Address of the author:

• Merelstraat, 33  
Leiden (Netherlands).

#### LITERATURE:

BORG, F. - 1941 - Über die Süsswasserbryozoen Schwedens. Zool. Bidrag från Uppsala 20, 479-494. Taf. 1, Fig. 1-2.

KRAEPELIN, K. - 1887 - Die Deutschen Süsswasser-Bryozoen. Eine Monographie. I. ABHAND. Gebiete Naturw. 10, 118. Taf. III, Fig. 1-3.

LACOURT, A. W. - 1949 - Bryozoa of the Netherlands. Archives Néerlandaises de Zoologie 8, 1-33; pl. XIII - XVII.

MARCUS, E. - 1942 - Sobre Bryozoa do Brasil II. Bol. Fac. Fil. Ciên. Letr. Univ. S. PAULO, 25 Zoologia n. 6, 57-106 Est. I, fig. 2-3

VORSTMAN, A. G. - 1928 - Some fresh-water Bryozoa of West Java. Treubia 10, 1-13. Fig. 3.

# A quantitative plankton net for horizontal sampling

by H. D. SLACK,

Department of Zoology, University of Glasgow.

It is well known that accurate quantitative plankton sampling is beset with technical difficulties and that an entirely satisfactory method has yet to be devised. Various nets, pumps and traps have been designed for the purpose and all have their relative merits and demerits, but these cannot be discussed in this brief paper, the purpose of which is to describe a net which has been proved satisfactory within the limits which plankton nets in general impose.

In principle it resembles the types described by HARVEY (1934) and CLARKE and BUMPUS (1940) in that the amount of water sampled is measured and no plankton can enter the net while it is being lowered to the desired level or while it is being recovered from that level. In these nets the method of measuring the water sampled is by means of a rotor placed in a cylinder mounted in front of the net proper; the rotor actuating counting dials which can be calibrated in terms of volume. In HARVEY's type the opening and closing of the net is achieved by the use of a throttling line controlled by a double release. This method of closing is not efficient, for loss of the catch occurs during the check in the forward movement of the net while the throttling line is tightening about it (BARNES, 1949). The apparatus of CLARKE and BUMPUS has a greatly improved mechanism for opening and closing and is undoubtedly the best pattern of quantitative plankton net for horizontal collecting, but it is an expensive piece of apparatus, for its manufacture requires castings and skilled machining of parts.

The net described here has the merit that it can be made with hand tools, without employing cast parts and at relatively low cost, from stock materials with the exception of gears for the water meter. The water meter was not, like the rest of the net, constructed by the author, for the generous gift of one by Dr. A.P. ORR of the Scottish Marine Biological Association rendered this unnecessary. It is of the

same type as that of HARVEY and may be briefly described as consisting of a sheet brass conical ring which directs water on to a six-bladed rotor, the spindle of which is mounted in jewelled bearings and carries a worm gear engaging with a train of gears inscribed with scales for the recording of the number of rotor revolutions.

The whole assembly of conical ring and frame supporting the rotor and gears is fitted into a cylinder (fig. 1, 2, 3, A), with the ring close to its mouth. The cylinder is of sheet copper,  $5\frac{1}{2}$  ins. in diameter and 10 ins. long. Its forward end is shaped to a curve having a radius of 6 ins. centred at a diametrical axis. On this axis two short stub axles (B), bolted to the cylinder, form pivots for two arms of  $\frac{1}{8}$  in.  $\times$  1 in. brass strip (C) whose outer ends are united by a cross-bar ( $\frac{1}{4}$  in.  $\times$   $\frac{1}{4}$  in. brass (D) which carries on its underside a sheet copper lid fig. 2 E) covering the cylinder end and curved to the same shape. The cylinder has a "Perspex" window fig. 1, (F) in its side for viewing the meter dials and its hinder end is inserted into a plankton net (fig. 1, 3, (G), clamped to it by a circlip (H). In a plane at right angles to the axis of the lid pivots, two  $\frac{1}{8}$  in.  $\times$  1 in.  $\times$  40 ins. brass strips (I) are bolted longitudinally to the cylinder and are spaced from it by a distance sufficient to clear the circlip of the net. These form a frame terminating in a similar cross-bar to that carrying the lid, have a strengthening brass band encircling the net half-way along their length, and carry a stabilizing fin (J) on the side which lies uppermost when the net is fishing. The bucket (K) of the net is tied to the cross-bar.

The remaining constructional details may best be described in conjunction with the mode of operation. When closed for lowering into position (fig. 1,), the apparatus hangs from a drop-hook (L) inserted into a ring (M) on the cross-bar of the lid. This ring is attached to a spring-loaded lever (N), the hooked end of which is held down against the pressure of the spring by the ring's upward pull so that it engages with the cylinder edge. This ensures that the lid will not open due to drag in the water during lowering from a boat in motion. When at the desired depth, a jerk on the lowering line releases the drop-hook and the apparatus then hangs from a cord bridle (fig. 1-3, O), held in the jaws of a Friedinger, single release (fig. 2, P) and attached to the frame and lid ring (M) in such a manner as to hold the net in a horizontal position.

The lid, being free to rotate when the lever (N) springs clear, turns through more than a right angle, leaving the front of the cylinder unobstructed. This is the position of fishing.

To close the net for hauling, the cord bridle (O) is dropped by means of a messenger and a second stranded wire, bridle (U) shackled, with the drop-hook, to the release now suspends the apparatus (fig. 3).

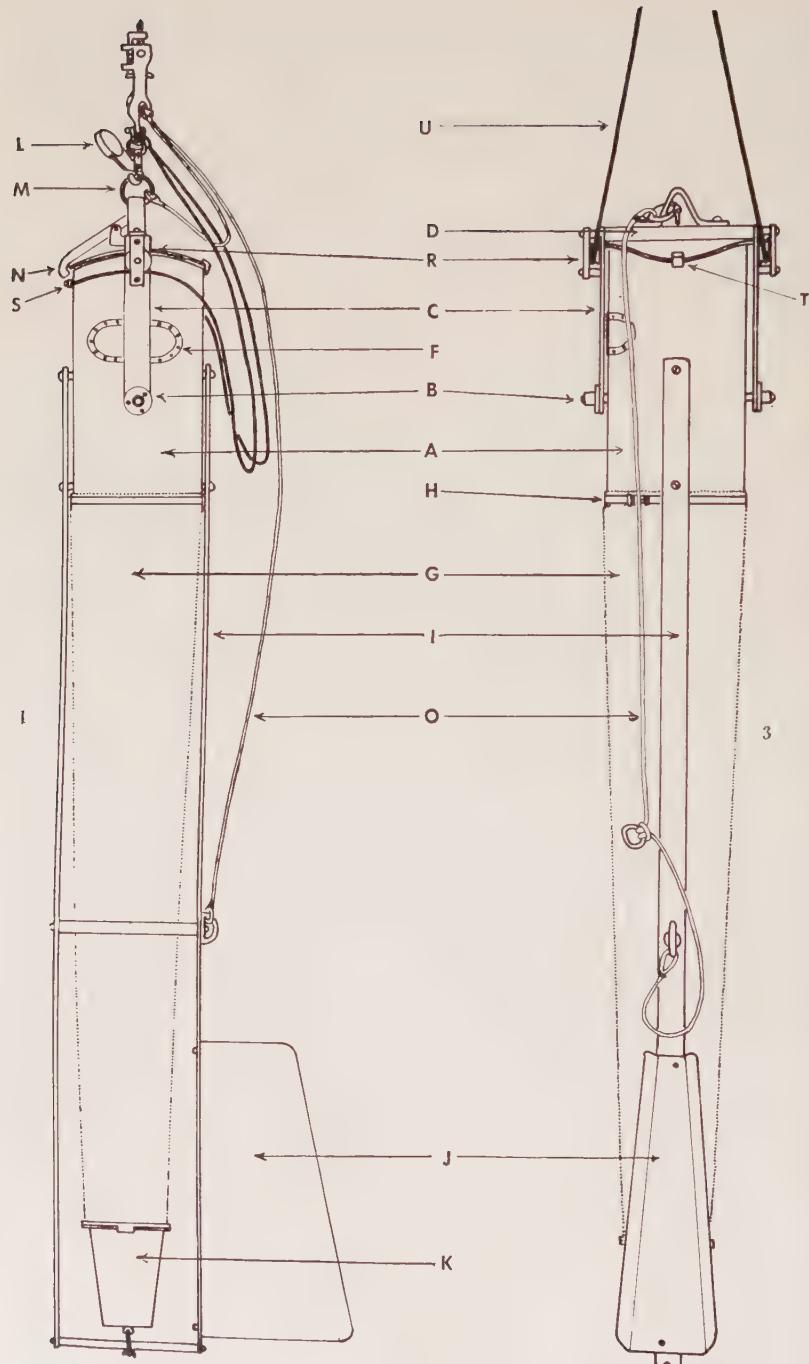


Fig. 1

Fig. 3

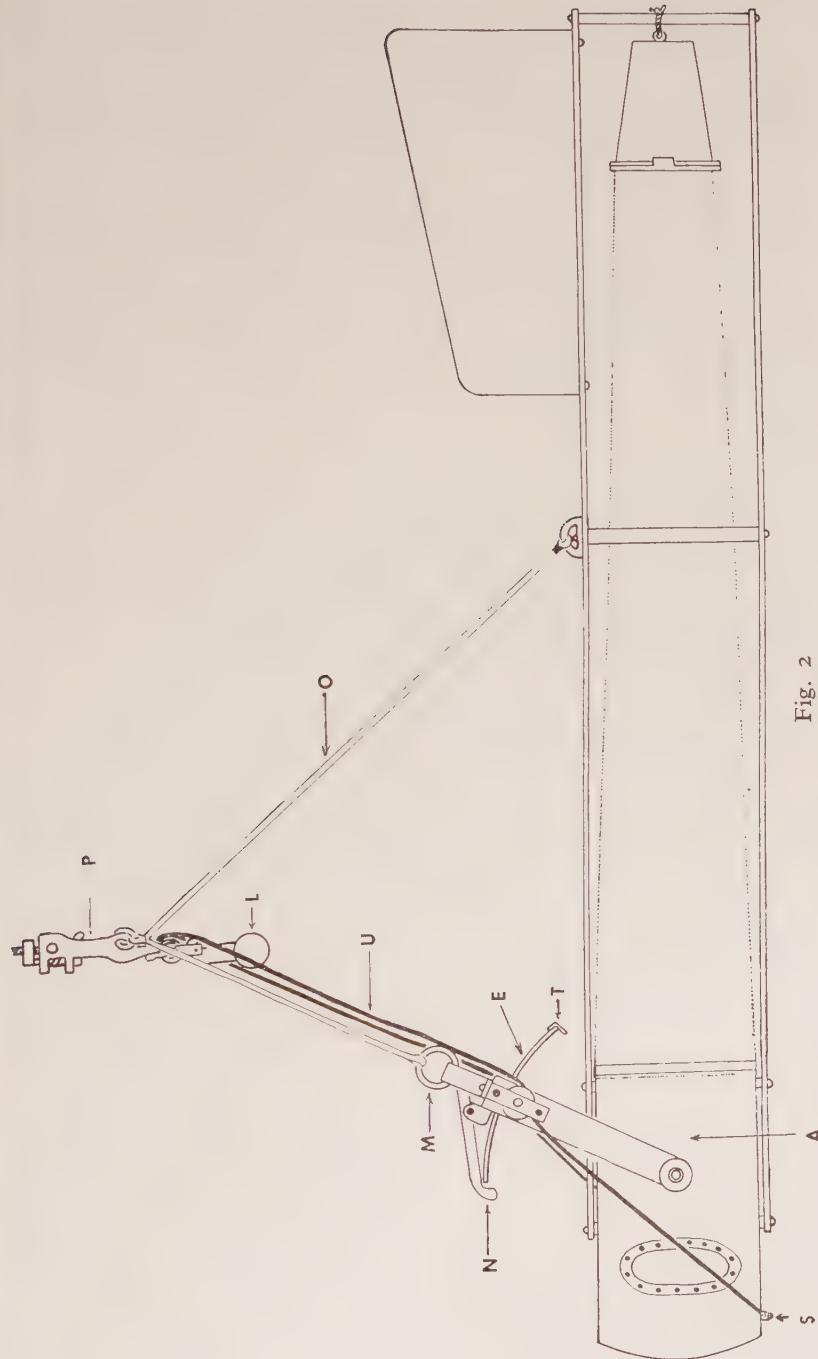


Fig. 2

Since this bridle passes round sheaves (R) on the outer ends of the lid arms and is attached to the forward end of the cylinder in a clamp (fig. 2, S), the lid is pulled back over the cylinder mouth until checked in the correct position of closure by a stop (T). With this suspension the net is not only closed but travels to the surface in line with the direction of movement, as it does when being lowered.

The net has so far only been used for the purpose of comparing plankton population densities and the meter has not been calibrated in terms of water volume (for a method of calibration, see HARVEY, 1934). Replicate test hauls, taken as nearly as is practicable at constant depth and towing speed and over the same course, have shown a good correspondence between the quantity of water filtered expressed in terms of rotor revolutions and the quantity of plankton retained by the net.

#### REFERENCES

BARNES, H. - 1949 - "A statistical study of the variation in vertical plankton hauls with special reference to the loss of the catch with divided hauls." *Journ. mar. biol. Ass., U.K.* 28, (2) 429—446.

CLARKE, G. L. & BUMPUS, D. F. - 1940 - "The plankton sampler - an instrument for quantitative plankton investigations." *Spec. Pub. No. 5, Limn. Soc. Am.*

HARVEY, H. W. - 1934 - "Measurement of phytoplankton population." *Journ. mar. biol. Ass., U.K.*, 19, (2), 761—773.

# Tornaria from Madras (Enteropneusta)

by

K. PAMPAPATHI RAO

(University Zoology Laboratory, Madras, India)

Since MÜLLER's (1850) discovery of the tornaria, over sixty records of the larva have been made by different authors from various localities. Our knowledge of the tornaria of the Indo-Pacific region is due to the studies of SPENGEL (1893, 1907), WILLEY (1899), MENON (1904), MACBRIDE (1920), STIASNY (1921, 1926, 1935), STIASNY-WIJNHOFF and STIASNY (1926, 1927), TREWAVAS (1931), MIYASHITA (1925), DEVANESAN and VARADARAJAN (1940) and DAWYDOFF (1948). But most of these are only records of the chance occurrence of tornaria in plankton collections and no systematic attempt to rear the larvae to their adult stages has hitherto been made.

In the Madras and Krusadai (Gulf of Manaar) waters four species of tornaria (*Tornaria krohnii* SPENGEL 1893; Tornaria of Menon 1904; *Tornaria ramanujami* STIASNY 1935; and Tornaria of DEVANESAN and VARADARAJAN, 1940) have hitherto been described. During the course of a plankton investigation off the coast of Madras several more species of tornaria were met with. A careful seasonal analysis extending over two years revealed the occurrence of four additional species, making eight in all. One was followed developmentally and the young worm thus obtained was described as *Glandiceps stiasnyi* RAO 1953. Of the remaining three species, two are described below as new and the third was identified as the larva of *Ptychoderma flava* ESCHSCHOLTZ, 1825.

My grateful thanks are due to Prof. C. P. GNANAMUTHU, Director, University Zoology Laboratory, Madras, at whose instance the present investigation was undertaken. My especial thanks to Dr. THEODORE H. BULLOCK, Department of Zoology, University of California, Los Angeles, for critically reading through the manuscript and offering several suggestions. I am indebted to Dr. JOHN N. BELKIN of the Department of Entomology for having kindly checked the taxonomic procedure followed in this paper, and to Miss BARBARA GREER for helping me with the translation of the summary into german.

## MATERIAL AND METHODS

Off-shore collections of plankton made on alternate days were examined for tornaria during the period 1949-51. The number and frequency of the various species of tornaria were noted along with dates. The larvae were sorted out into their respective types and reared in finger-bowls containing fresh sea water which was changed twice a day. The methods used were the same as those described in an earlier account (RAO, 1953). The present forms, though assignable to genera known from adults, could not be identified with any known species of these genera. Hence I have given the present forms new specific names under their respective genera, in conformity with the existing taxonomic procedure.

## DESCRIPTION OF THE LARVAE

### *Glandiceps bengalensis* n. sp. (Fig. 1 to 3 and 6 to 14):

Large numbers of tornaria belonging to this species were collected during the period from January to March in 1950 and 1951.

The Heider, Metschnikoff, Krohn, Agassiz and metamorphosis stages of this species were studied (Figs. 1 to 3 and 6 to 14). The small size, absence of tentacles, cylindrical shape, the absence of the lateral extensions of the pre-oral field, the small post-oral mid-ventral ridge (Ventral Sattel), the absence of the lateral lobe the outpushed anal-field and the strongly bent oesophagus help one in relating the present form to *Glandiceps stiasnyi* RAO, 1953, which was assigned to that genus by raising from the larvae young worms with the generic characters. But the former differs from the latter in the possession of a secondary peri-anal ring of cilia, a more conspicuous anal-field, a narrower apical region and small size. At the peak of its free-swimming life (Krohn stage) it measures about 850  $\mu$  in length. The changes in shape and structure of the various regions of the larva during its development from the Heider stage to the post-metamorphosis stages were carefully observed and drawn (Figs. 6 to 14) and a description beyond the distinguishing features given above, is therefore superfluous.

The holotype (Krohn stage) of this species is deposited in the Museum of the University Zoology Laboratory, Madras, India.

I have named this species after the Bay of Bengal, from which the larvae were collected off the coast of Madras.

### *Glossobalanus indicus* n. sp. (Figs. 4, 5, 18 and 19):

Tornaria of this species belonging to the Metschnikoff, Krohn and metamorphosis stages as well as the young worm were studied (Figs.



PLATE I

Figs. 1 to 5. Photomicrographs of living larvae.

Fig. 1. Tornaria larva of *Glandiceps bengalensis* n. sp. Spengel stage, dorsal view.

Fig. 2. Tornaria larva of *Glandiceps bengalensis* n. sp. Agassiz stage, dorsal view.

Fig. 3. Young *Glandiceps bengalensis* n. sp. About 40 hours after metamorphosis.

Fig. 4. Young *Glossobalanus indicus* n. sp. About 20 hours after metamorphosis.

Fig. 5. Young *Glossobalanus indicus* n. sp. About 45 hours after metamorphosis.

4, 5, 18), and the anatomical changes during the development were followed from sections of the various stages.

Larvae at their Krohn stage measured about 2.7 mm in length and 2.1 mm in telotrochal breadth. There is no apical tuft of cilia and the apical plate is towards the dorsal side. A secondary peri-anal ring of cilia is present. The pre-oral mid-ventral space (Mittelstreifen des praeoral Feldes) has six secondary lobes (Sekundärer Sattel). The primary ventro-lateral lobe and the corresponding niche (Lateral Lobus) are well formed. Though in size and general course of the ciliated bands the present form resembles *Tornaria krohnii* SPENGEL 1893 in the number of secondary lobes on the pre- and post-oral parts of the longitudinal bands, in the dorsally displaced apical plate (in *T. krohnii* it is ventrally displaced) and in the great size of the pre-oral field, the present larva differs from *T. krohnii*. *T. weldoni* STIASNY 1920 differs from the present form in the completely flattened anal field, and the shape and form of the lateral lobe.

The organogeny of the present form differs little from that of *Glandiceps stiasnyi* RAO 1953. Although few earlier stages could be examined, it appears certain that in *Glossobalanus* the collar coelom is not cut off as a plate of cells from the pair of lateral plates which arise as evaginations of the anterior margins of the intestine. The probable origin of the collar coelom is indicated by the method described by MORGAN (1891) in tornaria from New England. The absence of the vermiform process of the stomochord and the consequent absence of obliteration of the lumen of the anterior part of the stomochord, the presence of a well-formed collar canal, the possession of lateral septa and the presence of a ciliary groove on the left side of the intestine permit one to identify this young worm as *Glossobalanus*.

Several larvae of this species were obtained from plankton collections during the first week of September and first fortnight of February.

The holotype (metamorphosis stage) of this species is deposited in the Museum of the University Zoology Laboratory, Madras, India.

The trivial name of this species is derived from the fact that this is the first known *Glossobalanus* from the coastal waters of India.

#### *Larva of Ptychodera flava* ESCHSCHOLTZ, 1825:

Larvae belonging to the Heider and Metschnikoff stages (Figs. 15 to 17) were obtained in large numbers during the third and fourth weeks of December in 1949 and 1950. The larva measures about 750  $\mu$  in its Metschnikoff stage and is greatly compressed from side to side, the dorso-ventral axis at the region of the telotroch being very great (about 550  $\mu$ ). An apical tuft of cilia is present. The oesophagus is short, the stomach large and roundish. There is a mid-ventral narrow

band connecting the telotroch with the mid-ventral part of the post-oral longitudinal band. Posterior paired coelomic cavities were not visible. No resemblance could be traced between these larvae and the larvae belonging to the Type II of STIASNY-WIJNHOFF and STIASNY's classification (regarded by them as the larvae of *Ptychoderida flava* ESCHHOLTZ). A comparison revealed that these larvae were the same as those obtained from the fertilized eggs of *Ptychoderida flava* (RAO, 1951). There seems no reason to doubt that these were the young of *Ptychoderida flava*, which is abundant in this region. This is the first clear assignment of a larva to this wide spread adult.

## DISCUSSION

STIASNY-WIJNHOFF and STIASNY (1926, 1927) have shown that there are real and distinguishable differences between the tornaria hitherto described. These differences are useful not only in differentiating and identifying the larvae later collected, but also could be used to demarcate the known larvae into different types. STIASNY-WIJNHOFF and STIASNY (1927) have tried to correlate these tornaria-types with the known adult genera of enteropneusts on the basis of their co-existence in the same geographic locality. Although we know that a number of enteropneust species develop through a tornaria, we have yet to rediscover the genera in their larval stages. Hitherto but a single species has been identified with its larval form (*Balanoglossus clavigerus* D. CH., by STIASNY in 1914). Other species whose eggs have been reared have not been followed to the older and fully developed larvae. The present investigation adds two more genera. Thus we know now larval forms of species of *Balanoglossus*, *Glandiceps* and *Glossobalanus*. It is not yet clear for any of these genera that their larvae will have unequivocal generic characters.

When the known tornaria are compared with the larvae of the above listed three species, it is seen that some of the tornaria resemble very closely one or the other of these and thus suggest possible generic grouping. Thus *Tornaria bournei* STIASNY 1921 and *Tornaria meeki* STIASNY 1925 resemble the larva of *Balanoglossus clavigerus* described by STIASNY (1914). So too *T. krohnii* SPENGEL 1893, *T. weldoni* STIASNY 1920, and *T. mielcki* STIASNY 1925, resemble the larva of *Glossobalanus indicus* described above. Equally clear is the resemblance of MÜLLER's tornaria from Triest (MÜLLER, 1851), *T. agassizi* I STIASNY-WIJNHOFF and STIASNY 1927, *T. mülleri* SPENGEL 1893, *T. dubia* SPENGEL 1893, *T. mortensenii* STIASNY 1921 and *T. colmani* TREWAVAS 1931, to the larvae of *Glandiceps stiasnyi* RAO 1953 and *G. bengalensis*. In fact, the resemblances are so great as to lead one to

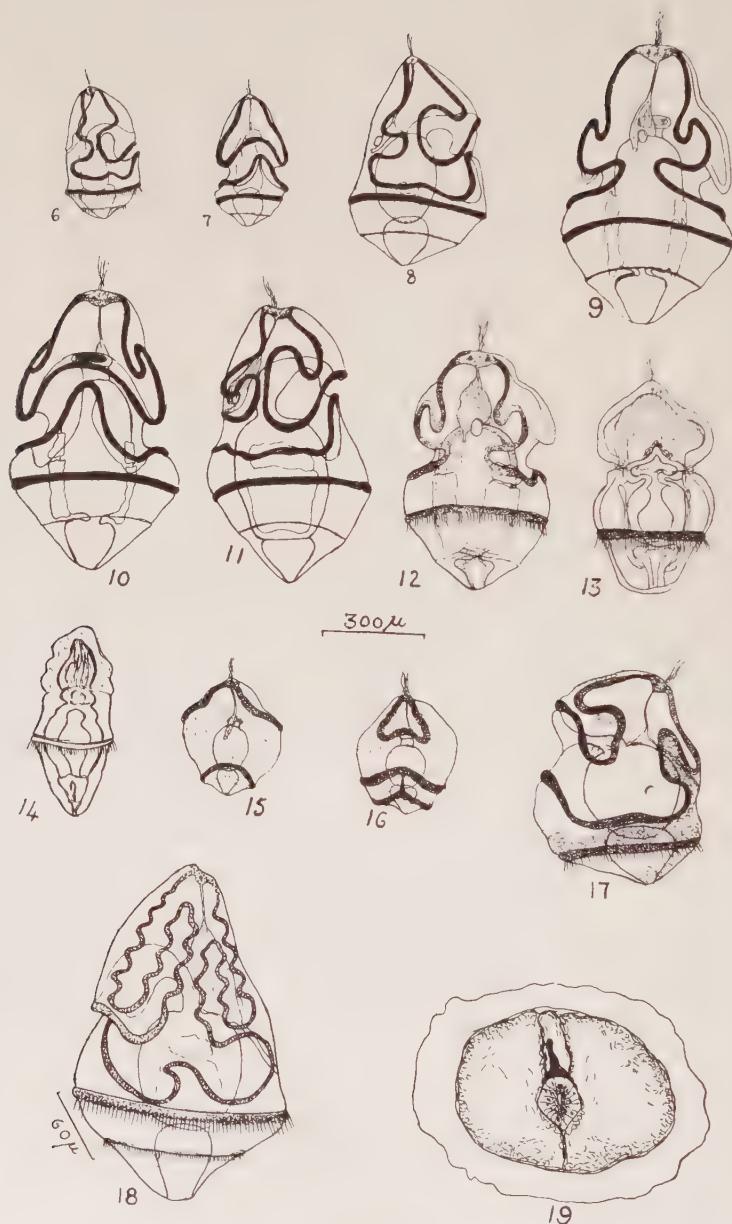


PLATE II

the tentative conclusion that these above named groups of larvae belong to the adult genera of *Balanoglossus*, *Glossobalanus* and *Glandiceps* respectively.

The seasonal variation in the occurrence of the various species of tornaria suggests that there are definite breeding periods for the different species of enteropneusts. Further, *Glossobalanus indicus* appears to have two distinct periods of breeding annually. Whether enteropneusts in general are seasonal or not is unknown. Apparently only in three cases have the times of breeding been recorded. RITTER and DAVIS (1904) recorded mature specimens of *Saccoglossus pusillus* in August and suggested that the breeding season extended over at least four months. Later DAVIS (1908) found that the breeding season was in January and February. BURDON-JONES (1951) concluded that the breeding season of *Saccoglossus horsti* was mainly confined to the months of May, June and July. In the Gulf of Manaar, DEVANESAN and VARADARAJAN (1940) found that the gonadal development in *Ptychodera flava* suggested a breeding season from December to February. Studies on other invertebrates along this coast (MENON, 1931; AIYAR, 1933; PANIKKAR and AIYAR, 1939; PAUL, 1942) indicate that usually reproduction takes place throughout the year; some species reproducing equally well in all months, others, though breeding throughout the year yet have a distinct period of more intense breeding. A minority have two or more well defined breeding periods and some others a single restricted breeding period annually. It

#### Explanation of Figures Plate II

Figs. 6 to 14. Larva of *Glandiceps bengalensis* n. sp.

- Fig. 6. Heider stage, lateral view.
- Fig. 7. Same. Ventral view.
- Fig. 8. Metschnikoff stage, lateral view.
- Fig. 9. Krohn stage, dorsal view.
- Fig. 10. Same. Ventral view.
- Fig. 11. Same. Lateral view.
- Fig. 12. Spengel stage, dorsal view.
- Fig. 13. Agassiz stage, dorsal view.
- Fig. 14. Metamorphosis stage, dorsal view.
- Fig. 15. Larva of *Ptychodera flava*. Heider stage, dorsal view.
- Fig. 16. Same. Ventral view.
- Fig. 17. Larva of *Ptychodera flava*. Metschnikoff stage, lateral view.
- Fig. 18. Larva of *Glossobalanus indicus* n. sp. Krohn stage, lateral view.
- Fig. 19. Transverse section of proboscis of *Glossobalanus indicus* shown in Fig. 5.

appears likely that most enteropneusts in this region have the last mentioned type of breeding, while a few like *Glossobalanus indicus* have more than one distinct breeding period annually.

The occurrence of so many species of tornaria in Madras waters is an indication of a rich enteropneust fauna off the coast of Madras. Although dredging operations have hitherto yielded only four species of enteropneusts (MENON, 1904; RAO, 1951), it is certain that several more will be found by a more intensive search.

The fact that the development of *Glossobalanus* observed for the first time, showed no basic difference from that of *Glandiceps*, which belongs to a different family, further emphasizes the great homogeneity of the Enteropneusta as a whole.

## SUMMARY

1. Three additional species of tornaria have been found in Madras waters and were identified as *Glandiceps bengalensis* n. sp., *Glossobalanus indicus* n. sp., and *Ptychodera flava*, respectively. The various stages are described and drawn.

2. It is suggested that other tornaria, described earlier, which resemble the known larvae of species of the adult genera *Balanoglossus*, *Glossobalanus* and *Glandiceps* might belong to these adult genera.

3. That there are definite breeding periods for different species of enteropneusts even in the tropics and that some species might have more than one breeding period annually is suggested by the seasonal occurrence of the different species of tornaria and the known breeding behavior of other invertebrates in the Madras waters and the Gulf of Manaar.

4. The richness of the enteropneust fauna off the coast of Madras is suggested from the large number of tornaria species (eight in all) occurring in the plankton.

5. The homogeneity in the development of the Enteropneusta as a whole is emphasized from the fact that *Glossobalanus*, whose organogeny is studied for the first time, does not differ to any considerable degree in its development from *Glandiceps*.

## ZUSAMMENFASSUNG

1. Drei weitere Tornaria-Arten sind in den Madras Gewässern gefunden und als *Glandiceps bengalensis* n. sp., *Glossobalanus indicus* n. sp., und *Ptychodera flava*, erkannt worden. Die einzelnen Entwicklungsstadien sind hier gezeichnet und beschrieben worden.

2. Es wird vorgeschlagen, dass andere, früher beschriebene Tornaria, die den Larven der vollentwickelten Gattungen *Balanoglossus*, *Glossobalanus* und *Glandiceps* gleichen, zu diesen vollentwickelten Gattungen gehören.

3. Dass es für die verschiedenen Arten von Enteropneusten sogar in den tropischen Zonen ganz bestimmte Brutperioden gibt und dass einige Arten mehrere Brutperioden jährlich haben mögen wird durch das Auftreten der verschiedenen Tornaria-Arten mit den Jahreszeiten und den bekannten Bruteigentümlichkeiten anderer Wirbelloser in den Madras Gewässern und dem Golf von Manaar angedeutet.

4. Der Reichtum der Enteropneusten Fauna an der Küste von Madras wird von der grossen Anzahl von Tornaria-Arten (acht im Ganzen) die im Plankton auftreten, angedeutet.

5. Die Gleichförmigkeit der Enteropneusten-Entwicklung im Grossen und Ganzen wird durch die Tatsache hervorgehoben, dass *Glossobalanus*, dessen Organogenie zum ersten Mal untersucht worden ist, sich in keinem wesentlichen Grad von der Entwicklung der *Glandiceps* unterscheidet.

#### REFERENCES

AIYAR, R. G. - 1933 - Preliminary observations on some polychaete larvae of the Madras coast and a note on the occurrence in tow-net water of the larvae of *Chaetogordius* MOORE. J. Madras Univ., 5 : 115—150.

BURDON-JONES, C. - 1951 - Observations on the spawning behavior of *Saccoglossus horsti* BRAMBELL and GOODHART, and of other Enteropneusta. J. Mar. Biol. Assoc., 29: 625—38.

DAVIS, B. M. - 1908 - The early life history of *Dolichoglossus pusillus* RITTER. Univ. Calif. Publ. Zool., 4.

DAWYDOFF, C. - 1948 - Stomochorda. In Grassé, P. Traité de Zoologie, T. XI.

DEVANESAN and VARADARAJAN - 1940. - The occurrence of tornaria larva at Krusadai. Curr. Sci., 40.

MAC BRIDE, E. W. - 1920 - Echinoderma (Part II) and Enteropneusta. Larvae of Echinoderma and Enteropneusta. British Antarctic (Terra Nova) Expedition, 1910. Nat. Hist. Rep. Zool., 4; 3.

MENON, K. R. - 1904 - Enteropneusta from Madras. Quart. J. Micr. Sci., 47: 123—131.

MENON, K. S. - 1931 - A preliminary account of the Madras plankton. Rec. Indian Mus., 33.

MIYASHITA, Y. - 1925 - Über Tornaria Larven aus Japanischen Küsten. Zool. Mag. Dobustsugaka Zasshi, Tokyo., 37: 438.

MORGAN, T. H. - 1891 - Growth and development of Tornaria. J. Morph., 5: 407—458.

MÜLLER, J. - 1850 - Über die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. Abh. Akad. d. Wiss. Berlin., p. 75—109.

— 1851 - Über die Larven und die Metamorphose der Holothurien und Asterien. Abh. Akad. d. Wiss., Berlin.

PANIKKAR, N. K. and AIYAR, R. G. - 1939 - Observations on breeding in brackish water animals off Madras. Proc. Indian Acad. Sci. Ser. B., 9: 343—64.

PAUL, M. D. - 1942 - Studies on the growth and breeding of certain sedentary organisms in the Madras harbour. Proc. Indian Acad. Sci. Ser. B., 15: 1—42.

RAO, K. PAMPAPATHI. - 1951 - Anatomy of *Ptychodera flava* and studies on other Enteropneusta from Madras. Doctoral Dissertation, University of Madras.

— 1953 - The development of *Glandiceps*. J. Morph., in press.

RITTER, W. E. and B. M. DAVIS - 1904 - Studies on the ecology, morphology and speciology of the young of some Enteropneusta of the Western N. America., Univ. Calif. Publ. Zool., 1: 171—210.

SPENGEL, J. W. - 1893 - Die Enteropneusten des Golfes von Neapel. Fauna und Flora des Golfes von Neapel., 18: v-xii + 758 pp.

— 1907 - Studien über die Enteropneusten der Siboga Expedition nebst Beobachtungen an den verwandten Arten. Uitkomsten Siboga-Expeditie, 26: 1—126.

STIASNY, G. - 1914 - Studien über die Entwicklung des *Balanoglossus clavigerus* D. CH. II. Darstellung der weiteren Entwicklung bis zur Metamorphose. Mith. Zool. Stat. Neapel., 22: 255—290.

— 1920 - Über Westindische Tornarien nebst einer Übersicht über die bisher bekannten tentaculaten Tornarien. Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam., 29.

— 1921 - Die Tornarien-Sammlung von Dr. TH. MORTENSENS Pacific Expedition. Papers from Dr. TH. MORTENSEN's Pacific Expedition., 1914-16. Vidensk. Medd. fra Dansk Naturh. Foren., 73.

— 1926 - Zwei neue Tornarien aus der Nordsee. Zool. Anz., 66.

— 1935 - Die Tornarien der Snellius Expedition. Proc. Kon. Akad. van Wetenschappen, Amsterdam., 38: 1—12.

STIASNY-WIJNHOFF, G. and G. STIASNY - 1926 - Über Tornarien-Typen und ihre Beziehung zur Systematik der Enteropneusten. Zool. Anz., 68: 159—165.

— 1927 - Die Tornarien. Kritik der Beschreibungen und Vergleich sämtlicher bekannter Enteropneustenlarven. Erg. Fortschr. d. Zool., 7: 38—208.

TREWAVAS, E. - 1931 - Enteropneusta. Great Barrier Reef Expedition, 1928—29., Scientific Reprints., 4 (2): 39—67.

WILLEY, A. - 1899 - Enteropneusta from the South Pacific with notes on west Indian species. WILLEY's Zoological Results., pt. III: 223—334.

# A review of the genera *Calamoecia* and *Brunella* (freshwater copepoda)

By V. H. JOLLY, B. Sc., *University of Otago, New Zealand*

BRADY (1906) described the new genus and species *Calamoecia lucasi* from specimens taken in Lakes Waikare and Roto-iti, New Zealand, by the Cambridge Bathymetrical Survey party of 1902. He considered the new genus showed greater similarity to *Limnocalanus* than to any other described genus. Brady remarked he was not sure his account was entirely correct owing to the small size, tenuity of the tissues and indistinct jointing of his specimens. SARS (1908) made the only other record of this genus, when he described the species *C. australica* from Victoria, Australia. He considered that the two species showed sufficient similarity to be congeneric though differing in general form and structure of some of the appendages. SARS also expressed the view that a further examination of the New Zealand form would be desirable.

The new genus and species *Brunella tasmanica* was proposed by SMITH (1909). SARS (1912) reviewed the generic characters of *Brunella* pointing out some of the errors in the original description. Whilst noting the affinity of this genus to *Calamoecia* he retained their generic identity on the grounds of difference in form, caudal rami and structure of the last pair of legs. A further eight species of *Brunella* have been recorded from Australia, and one *B. steeli* from Auckland, New Zealand, HENRY (1924).

Whilst examining samples of Entomostraca collected in the North Island of New Zealand, the author was struck by the similarity between Copepoda from Lake Waikare, a type locality for *C. lucasi*, and those from Lake Pupuke, the type locality for *B. steeli*. In view of the fact that Brady had regarded his own description of *C. lucasi* with some diffidence it seemed possible that the genera *Calamoecia* and *Brunella* might prove to be synonymous.

A comparison of Brady's diagnosis of *Calamoecia* with that of *Brunella* SARS (1912) not SMITH (1906) shows the basic differences between them to be --

|                           | <i>Calamoecia</i> | <i>Brunella</i> |
|---------------------------|-------------------|-----------------|
| (1) Female urosome:       | 4 segments        | 3 segments      |
| (2) Antennule:            | 24 segments       | 25 segments     |
| (3) Endopod of first legs | 2 segments        | 1 segment       |

It was found however that the specimens collected by the author at both the type localities, agreed with the diagnosis of *Brunella* in the above characters. Type specimens of *C. lucasi* have been examined at the British Museum (Natural History), where Dr. J.P. HARDING was good enough to stain and dissect one of the specimens and agrees that the endopod of the first swimming leg is uniarticulate. The urosome was also found to contain but three segments and the antennule twenty-five. The recent Lake Waikare specimens agreed in other observable details with the type specimens, though these were not in a good state of preservation. Further evidence was obtained from a plankton sample collected in the Gardens at PERTH W.A., which provided specimens that agree with the description for *B. subattenuata* FAIRBRIDGE (1945). These also show the generic characters of the New Zealand forms but differ in such specific details as size and structure of the left male fifth leg. The writer therefore feels justified in declaring that the genera *Calamoecia* and *Brunella* are synonymous, and since *Calamoecia* was the first described it takes precedence. A revised description of the genus *Calamoecia* and the type species *C. lucasi* is given below.

#### Order *Calanoida*

Family *Centropagidae* SARS, 1902.

Genus *Calamoecia* BRADY, 1906

Synonyms: *Brunella* SMITH, 1909

*Calamoecia* SARS, 1912.

*Brunella* FAIRBRIDGE, 1945.

*Generic Characters:* Body torpedo-shaped, last segment extended in rounded or acute lappets; Antennules slender, equal or exceed body length; Antennae small, outer ramus 6 or 7 segs., inner ramus 2 segs.; Endopods of swimming legs reduced, first leg one seg., legs 2 - 4 two segs.; Caudal rami slender; Caudal setae five, sub-equal.

*Female.* Urosome 3 segs., first seg. large bulbous, bears pronounced ventral protuberance; fifth legs, exopod 3 segs., second seg. carries extremely strong curved process, endopod 2 or 3 segs.

*Male.* Urosome 5 segs.; fifth right leg, exopod terminates in strong sickle-shaped hook, endopod 3 segs., last seg. bears spines; fifth left leg, exopod reduced, terminates in short spine, endopod flattened, terminates in several long spines.

*Distribution.* The genus is now represented by ten described species, all of which are, since *Brunella* is synonymous with *Calamoecia*, confined to Australia and New Zealand.

*Tasmania:* *C. tasmanica* (SMITH) 1909.

*Victoria:* *C. tasmanica*, *C. australica* SARS 1908, *C. expansa* (SARS) 1912, *C. viridis* (SEARLE) 1911, *C. australis* (SEARLE) 1911, *C. ampulla* (SEARLE) 1911, *C. longicornis* (SEARLE) 1912.

*West Australia:* *C. attenuata*, *C. subattenuata* (FAIRBRIDGE) 1945.

*New Zealand:* *C. lucasi* BRADY 1906.

*Remarks.* The author has not been able to examine specimens of this genus from Tasmania or Victoria, but it is possible that some of the above species may prove to be synonymous.

*Calamoecia lucasi*, BRADY.

*Synonym:* *Brunella steeli* HENRY, 1924.

*Specific Characters.* The members of this species lack colour, and are slim and graceful with torpedo-shaped bodies. The head which is defined from the thorax by a groove bears a slight rostrum which is more pronounced in the male. The lappets which extend from the last thoracic segment taper to a somewhat clubbed apex. The furcal rami are long and slender being approximately three times as long as wide. The antennules which are slender reach to the end of the furcal setae (Fig. 1). The segmentation of the antennae is indistinct, thus it is difficult to say if the outer ramus is composed of six or of seven segments. The last segment is as long as the other segments combined (Fig. 3). The first pair of swimming legs are lightly built. The single segment of the endopod approximately equals in length the first two segments of the exopod. Both rami carry very long slight setae (Fig. 5).

*Female.* Length, exclusive of furcal setae 0.8 mm. First segment of urosome flask-shaped, equals length posterior segments combined (Fig. 1); Ovisac single contains 2—4 eggs; Process on second segment of fifth legs very strong and somewhat incurved, third seg. smaller than preceding two, terminates in one strong spine flanked by two shorter spines (Fig. 7); Endopod of fifth leg indistinctly articulated, segs. number 2 or 3, terminates in 2 long and 2 short spines (Fig. 7); Ventral protruberance very significant (Fig. 4).

*Male.* Length, exclusive of furcal setae, 0.65 mm. Right antennule geniculate, composed of 22 segs., none particularly turbid (Fig. 2) Fifth legs very asymmetrical, right exopod terminates in strong hook: Right endopod 3 segmented, terminates in 2 long spines: Exopod of left leg reduced, ends hemispherical knob bearing short spine: Endopod of left leg spatulate carries four spines terminally, exceeds

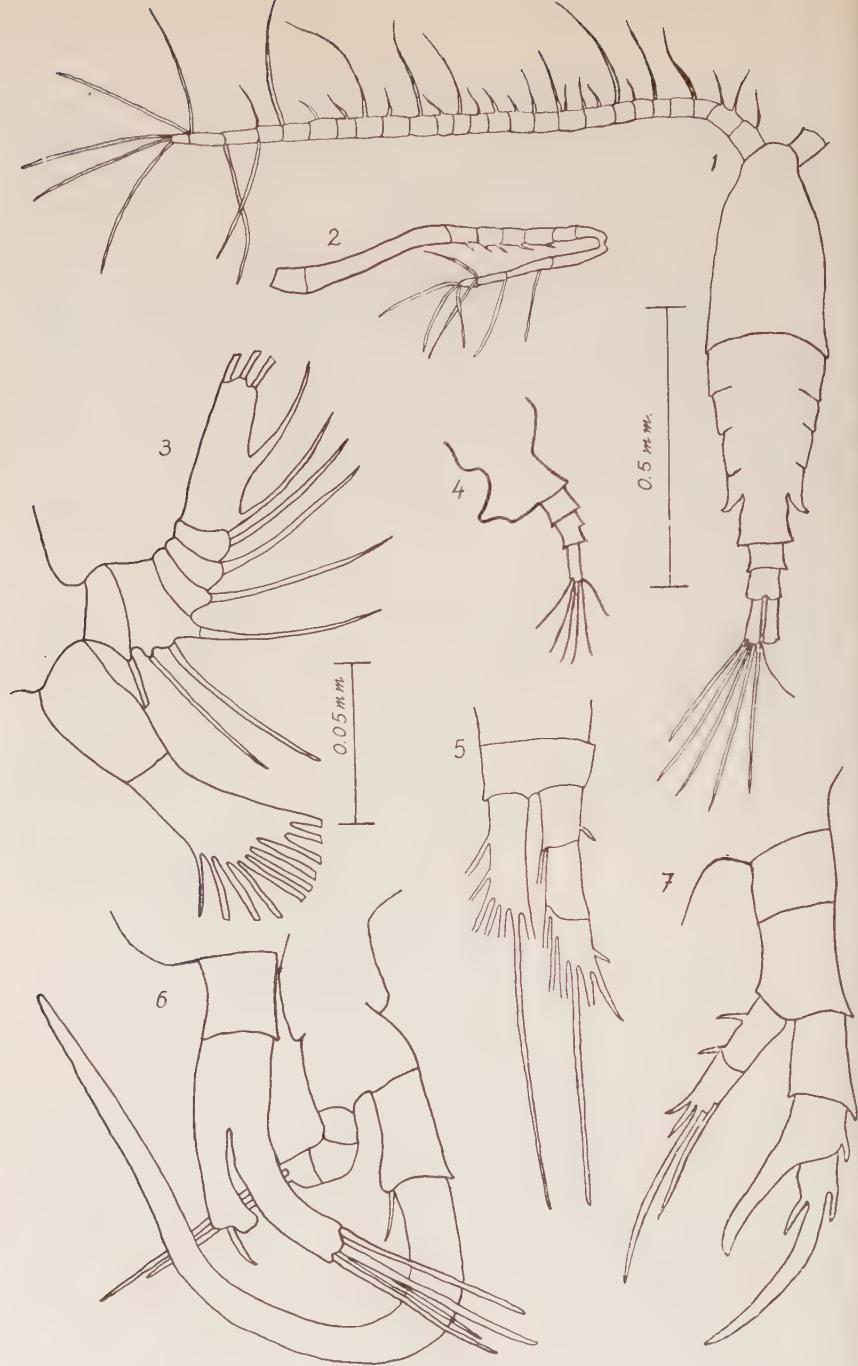


Plate 1. *Calamoecia lucasi*. Fig. 1. Female, dorsal. Fig. 2. Right antennule, male. Fig. 3. Antenna, female. Fig. 4. Urosome, female lateral. Fig. 5. Right first leg. Fig. 6. Fifth legs, male. Fig. 7. Right fifth leg, female. Figs. 1, 2, & 4 drawn to same scale. Figs. 3, 5, 6, & 7 drawn to same scale. All outlines made with the aid of a Camera lucida.

length of exopod, articulation so indistinct may be considered uniarctuate (Fig. 6).

*Remarks.* Miss HENRY described as *Brunella steeli* specimens from Duck Creek and Takapuna. The author has taken from these lakes specimens which by comparison with Miss HENRY's drawings and description are obviously recognised as the species described by her. The author's specimens from these localities are however identical with those collected from Lakes Waikare and Roto-iti, which have been shown above to be *Calamoecia lucasi*. Therefore *B. steeli* must be considered a synonym of *C. lucasi*. Specimens of this genus have been collected from ten different localities, and though showing a variation in size, are undoubtedly specifically identical.

*Occurrence.* This species so far as is known is confined to the northern part of the North Island of New Zealand, extending as far south as the lakes in the vicinity of Rotorua. It does not appear to be facultative as regards habitat, since it is found not only in deep comparatively clear lakes such as Tarawera, but also in shallow swampy lakes such as Waikare, and in Duck Creek which is a dammed stream. Topotypes of *Calamoecia lucasi* are lodged at the British Museum (Natural History) and at Otago Museum, New Zealand.

## SUMMARY

A comparison of the previous descriptions of *Brunella* and *Calamoecia* shows the genera to have been separated by three divergent characters. An examination of the type material of *Calamoecia* proved the original description erroneous, and the differences non-existent. *Calamoecia* has precedence. Similarly since topotypes of the species *B. steeli* are identical with *C. lucasi*, *B. steeli* must be a synonym of *C. lucasi*. A revised description of the genus *Calamoecia* and the species *C. lucasi* is given, with figures.

## RÉSUMÉ

Une comparaison des descriptions génériques des *Brunella* et *Calamoecia* montre que trois caractéristiques divergentes séparent ces deux espèces. Un examen du type matériel de *Calamoecia* apporte la vue que la description originelle est erronée et que de telles différences n'existent pas. *Calamoecia* vient en tête. De la même manière puisque les topotypes de l'espèce *B. steeli* sont identiques à ceux de l'espèce *C. lucasi*, *B. steeli* doit être synonyme de *C. lucasi*.

Une description revue et corrigée du genre *Calamoecia* et de l'espèce *C. lucasi* est donnée avec esquisses et renseignements.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to acknowledge the facilities provided by the British Museum (Natural History), and the advice of Dr. J. P. HARDING. This investigation has been completed during the tenure of a University of New Zealand Research Fund Fellowship at the University of Otago.

#### BIBLIOGRAPHY.

BRADY, G.S. - On the Entomostracan Fauna of the New Zealand Lakes. Proc. Zool. Soc. London, 1906, ii: 696—697. Pl. XLIX.

FAIRBRIDGE, W.S. - West Australian Freshwater Calanoids (Copepoda) II. Two New Species of Brunella, with an Account of the Developmental Stages of *B. subattenuata* n. sp., Journ. Roy. Soc. Western Australia, Inc. Vol. XXIX, 1. 1942—1943. Pub. 1945. 67—89.

HENRY, M. - Entomostraca collected in the vicinity of Auckland, New Zealand. Proc. Linn. Soc. N.S. Wales, 1924. 49. 315—317.

SARS, G.O. - Freshwater Copepoda from Victoria, Southern Australia. Arch. Math. Naturv. 1908, B. XXIX, Nr. 7. 11—14, Pl. II, figs. 5—19.

— Additional Notes on Freshwater Calanoida from Victoria, Southern Australia. Ibid. 1912, B. XXXII, Nr. 13. 4—10, Pl. VII & Pl. VIII figs. 1—5.

SEARLE, J. - Some Victorian Copepoda new to Science. Vict. Nat., 1911, XXVII:9:174:178, Pls. XII—XIV.

— Some new Victorian Copepoda. Ibid. 1912, XXVIII:10: 196—197, Pl. III.

„Diurnal Variations in dissolved gases, Hydrogen ion Concentration, and some of the important dissolved substances of biological significance in three temporary Rock Pools in the stream bed at Mettur Dam”

By

S.V. GANAPATI, B.A., M.Sc., A.R.I.C., water analyst, Corporation of Madras

CONTENTS

|                                    | Pages |
|------------------------------------|-------|
| A. Introduction . . . . .          | 285   |
| B. The Environment . . . . .       | 286   |
| C. Discussion of Results . . . . . | 301   |
| D. Summary . . . . .               | 302   |
| E. References . . . . .            | 303   |

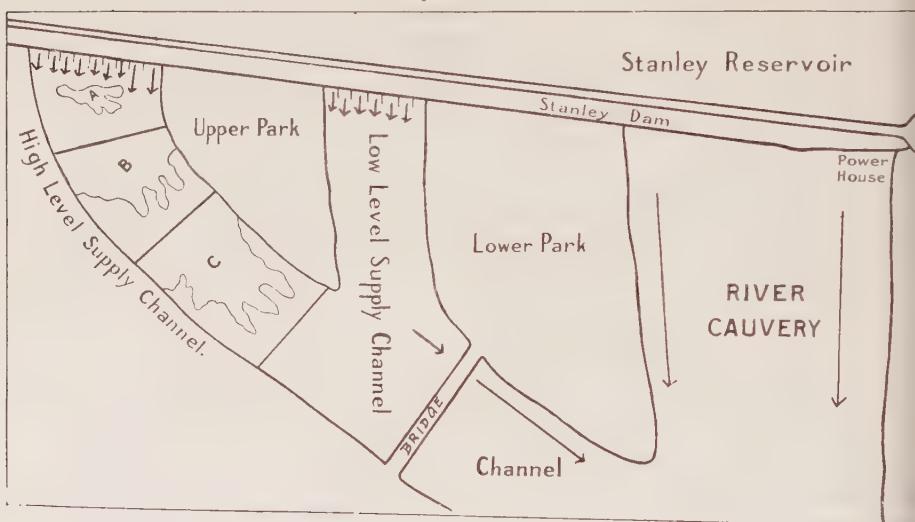
A. INTRODUCTION.

The failure of the south-west monsoon rains resulted in total stoppage of the flow of water from 24th September, 1945 through the upper supply channel of the STANLEY reservoir (Fig. 1). Hundreds of fish were caught in three rock-pools A, B & C (Fig. 1) formed in the bed of that channel. These fish congregated at the surface throughout the day and night; and any slight disturbance from stones thrown into the pools made them dive down, only to come up to the surface almost immediately. This phenomenon of surface congregation was also observed by Dr. HORA early in January, 1946, when he visited the Dam; and the suggestion was then made that it would be of great scientific interest to ascertain any special factors in these situations that would account for this somewhat unusual occurrence. A study was, therefore, made of the range of diurnal variations in temperature, the changes in the nature and character of the principal dissolved substances necessary for fish life in the three pools under static conditions and in the low level channel under fluvial conditions where there was no such surface congregation of fish. The results obtained during the investigation form the basis of this scientific communication.

## B. THE ENVIRONMENT.

1. *Location, Shape, Size & Depth:* The three pools which may be called A, B and C were formed in the three broad steps of the high level supply channel (Fig. 1). Pool A was located at a height of about 10 feet above ground level and about 100 feet away from the high level sluices. It was very irregular in shape with a number of rocks jutting above the level of water and was also surrounded on all sides by huge boulders of rock rendered smooth by the constant flow over them of water during floods. Its maximum length, breadth, and depth measured  $50' \times 15' \times 10'$  respectively.

Fig 1



Pool B was formed in the second step of the Supply Channel and at a depth of about 20 feet below ground level. It was also irregular in shape and covered almost the whole length and breadth of the second step which was about 150' by 100'. It was also studded with rock projections above the water level. It was deepest near the fall from the first step and at several other places in the middle; its maximum depth was about 10 feet.

Pool C was the largest of the three and almost extended over the entire area of the third step and measured about  $225' \times 125' \times 15'$ .

The pools were protected by the steep embankments of the channel, thereby almost completely eliminating wind and wave action on the surface of water. Wind is an important factor in determining circulation. Pool C received the rays of the sun from about 9 A.M. till

about 4 P.M. while A being the most sheltered got the benefit of the sun's rays from midday till about 4 P.M. only and the pool B being situated in the bend received less benefit than C. The surface of Pool B received also the benefit of the illumination at nights from electric lights in the garden nearby.

2. *Age of the Pools:* As has already been pointed out, the pools came into being on 24th September, 1945 and at the time of my examination between 23rd and 25th January, 1946 they were really about four months old; so it was a case of storage and exposure to sun of the reservoir water in isolated rock-pools with hundreds of fish imprisoned therein and the pools were subjected to variations in the physico-chemical and biological conditions.

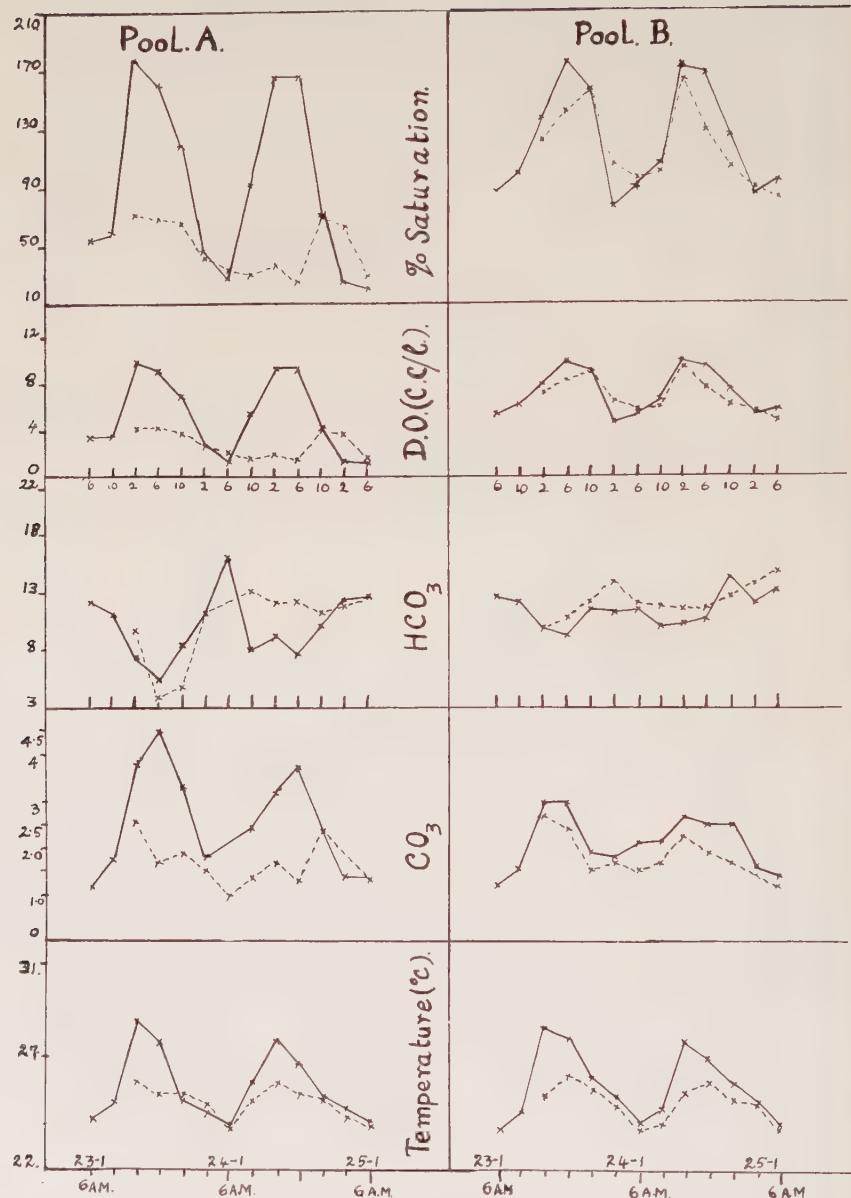
3. *Fish Population:* In the three pools A, B and C the density of fishes were found roughly in the ratio of 2:4:5 per square foot respectively. A dozen catches from each of the pools showed the presence of varieties of fish in the order noted below:

|                          |         |     |
|--------------------------|---------|-----|
| <i>Cirrhina cirrhosa</i> | .....   | 80% |
| <i>Labeo Kontius</i>     | .....   | 10% |
| <i>Labeo</i> sp.         | .....   | 5%  |
| <i>Barbus dubius</i>     |         |     |
| <i>Labeo fimbriatus</i>  | { ..... | 5%  |
| <i>Wallagonia attu</i>   |         |     |
| <i>Mystus aör</i>        |         |     |

The average size of the dominant fish *Cirrhina cirrhosa* was 15.5"  $\times$  3.5", the maximum being 18"  $\times$  4" and the minimum being 10"  $\times$  2". The maximum weight was 32 oz., the minimum 5 oz., and the average 22 oz.

4. *Collection of Samples.* Samples of water were collected from one and the same place in each pool from the surface and from a depth of 6 feet below the surface (by a handpump as described by WHIPPLE 1926) and also from a place near the southern bank at the junction of the high level and low level supply channels once in four hours beginning from 6 A.M. of Monday the 23rd January 1946 for 3 days till 6 A.M. on 25th January 1946. At the time of the investigation the low Level Supply Channel was running low. Altogether 85 samples were collected and examined.

5. *Methods:* The meterological data were obtained from the Works Department, Mettur; colour was noted as the water appeared to the naked eye. Transparency was measured by means of a long, narrow cylinder of clear and transparent glass, 30 cm. in length and 1 inch in diameter. Black print on a sheet of white paper was viewed from the surface by a person standing erect, through the column of water in the glass cylinder, the paper being placed on a table three feet in



Graph showing the Diurnal Variations in some important Physico-chemical Variables in the Pools

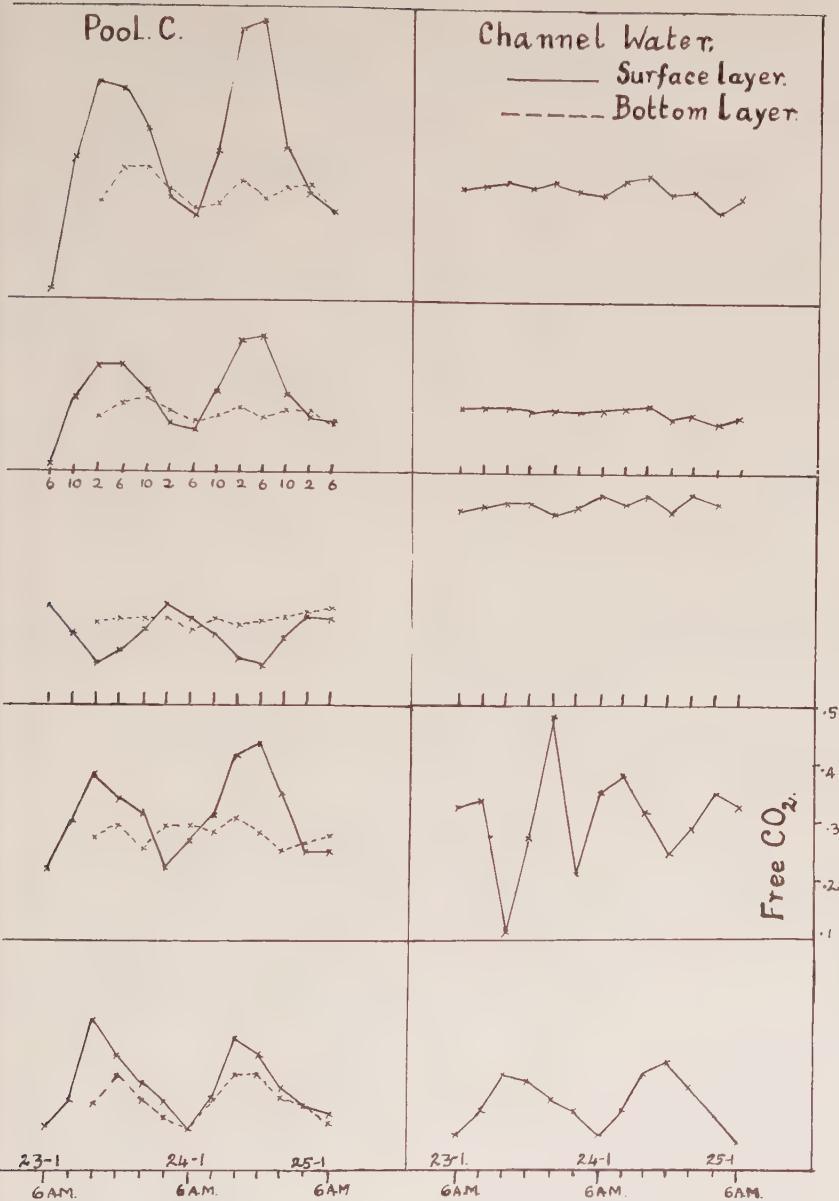


Table I: showing some of the Important Physico-chemical variables in three Rock Pools (A,B &amp; C) and Channel at Mettur Dam.

S: Surface -- B: Bottom

TEMPERATURE. (°C).

| Pool                          | 23-1-46 |         |        |        |         |         | 24-1-46 |        |         |        |        |         | 25-1-46 |        |        |       |       |  |
|-------------------------------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|--|
|                               | 6 A.M.  | 10 A.M. | 2 P.M. | 6 P.M. | 10 P.M. | 10 A.M. | 6 A.M.  | 2 A.M. | 10 A.M. | 2 P.M. | 6 P.M. | 10 P.M. | 2 A.M.  | 2 A.M. | 6 A.M. |       |       |  |
| A. S.                         | 24.2    | 25.0    | 28.6   | 27.8   | 25.2    | 24.6    | 24.00   | 25.60  | 27.80   | 26.80  | 25.20  | 24.80   | 24.20   | 24.20  | 24.20  | 24.20 | 24.20 |  |
|                               | —       | —       | 25.8   | 25.4   | 25.4    | 24.8    | 23.80   | 25.00  | 25.60   | 25.40  | 25.20  | 24.40   | 24.00   | 24.00  | 24.00  | 24.00 | 24.00 |  |
| B. S.                         | 23.8    | 24.6    | 28.4   | 27.8   | 26.2    | 25.4    | 24.20   | 24.80  | 27.80   | 27.00  | 25.80  | 25.40   | 24.20   | 24.20  | 24.20  | 24.20 | 24.20 |  |
|                               | —       | —       | 25.4   | 26.4   | 25.6    | 24.8    | 23.80   | 24.20  | 25.40   | 25.80  | 25.20  | 25.00   | 24.00   | 24.00  | 24.00  | 24.00 | 24.00 |  |
| C. S.                         | 24.1    | 25.2    | 28.6   | 27.2   | 25.8    | 25.0    | 23.80   | 25.20  | 27.80   | 27.20  | 25.60  | 24.80   | 24.40   | 24.40  | 24.40  | 24.40 | 24.40 |  |
|                               | —       | —       | 24.8   | 26.2   | 25.2    | 24.4    | 23.80   | 25.00  | 26.20   | 26.20  | 25.20  | 24.60   | 24.40   | 24.40  | 24.40  | 24.40 | 24.40 |  |
| Channel S.                    | 23.6    | 24.6    | 26.2   | 26.0   | 25.2    | 24.6    | 23.60   | 24.60  | 26.20   | 26.80  | 25.60  | 24.40   | 23.20   | 23.20  | 23.20  | 23.20 | 23.20 |  |
| Dissolved oxygen CC. L.       |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 3.438   | 3.599   | 10.143 | 9.348  | 7.044   | 2.757   | 2.144   | 5.513  | 9.647   | 9.801  | 4.387  | 1.713   | 1.344   | 1.344  | 1.344  | 1.344 | 1.344 |  |
|                               | —       | —       | 4.316  | 4.135  | 3.981   | 2.757   | 1.531   | 1.839  | 2.144   | 1.531  | 4.066  | 3.852   | 1.819   | 1.819  | 1.819  | 1.819 | 1.819 |  |
| B. S.                         | 5.283   | 6.089   | 7.925  | 10.036 | 9.188   | 4.594   | 5.513   | 6.892  | 10.020  | 9.801  | 7.491  | 5.243   | 5.672   | 5.672  | 5.672  | 5.672 | 5.672 |  |
|                               | —       | —       | 7.389  | 8.246  | 6.432   | 5.819   | 6.127   | 7.765  | 9.801   | 7.765  | 6.313  | 5.350   | 4.922   | 4.922  | 4.922  | 4.922 | 4.922 |  |
| C. S.                         | 0.995   | 6.326   | 9.001  | 8.913  | 7.044   | 4.135   | 3.982   | 6.739  | 11.330  | 1.1630 | 6.741  | 5.243   | 4.173   | 4.173  | 4.173  | 4.173 | 4.173 |  |
|                               | —       | —       | 4.824  | 5.973  | 6.126   | 5.207   | 4.278   | 4.747  | 5.513   | 4.596  | 5.243  | 5.243   | 4.173   | 4.173  | 4.173  | 4.173 | 4.173 |  |
| Channel S.                    | 5.360   | 5.437   | 5.552  | 5.283  | 5.513   | 5.207   | 5.207   | 5.666  | 5.914   | 4.901  | 5.136  | 4.438   | 5.136   | 5.136  | 5.136  | 5.136 | 5.136 |  |
| Percentage of Saturation.     |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 56.16   | 59.60   | 178.00 | 162.10 | 119.80  | 45.34   | 24.94   | 92.23  | 167.30  | 167.20 | 72.88  | 28.26   | 21.96   | 21.96  | 21.96  | 21.96 | 21.96 |  |
|                               | —       | —       | 72.43  | 68.90  | 66.34   | 42.49   | 34.80   | 30.44  | 35.83   | 25.52  | 67.55  | 63.16   | 29.62   | 29.62  | 29.62  | 29.62 | 29.62 |  |
| B. S.                         | 85.76   | 100.20  | 137.70 | 174.10 | 155.20  | 76.56   | 90.36   | 113.70 | 173.70  | 167.80 | 125.70 | 87.08   | 92.66   | 92.66  | 92.66  | 92.66 | 92.66 |  |
|                               | —       | —       | 123.00 | 140.20 | 153.70  | 106.10  | 94.48   | 101.00 | 163.60  | 128.80 | 104.80 | 88.59   | 79.91   | 79.91  | 79.91  | 79.91 | 79.91 |  |
| C. S.                         | 16.24   | 104.90  | 158.00 | 153.00 | 118.20  | 68.47   | 65.70   | 111.90 | 196.50  | 199.90 | 112.70 | 81.24   | 70.00   | 70.00  | 70.00  | 70.00 | 70.00 |  |
|                               | —       | —       | 79.60  | 100.90 | 101.70  | 85.37   | 69.40   | 78.61  | 93.13   | 77.64  | 87.08  | 86.50   | 68.17   | 68.17  | 68.17  | 68.17 | 68.17 |  |
| Channel S.                    | 86.74   | 89.43   | 93.80  | 88.92  | 91.58   | 85.63   | 84.28   | 93.19  | 99.90   | 83.64  | 85.88  | 72.76   | 82.56   | 82.56  | 82.56  | 82.56 | 82.56 |  |
| Carbonates (CO <sub>3</sub> ) |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 1.20    | 1.80    | 3.750  | 4.50   | 3.30    | 1.80    | Nil     | 2.397  | 3.102   | 3.666  | 2.256  | 1.410   | 1.410   | 1.410  | 1.410  | 1.410 | 1.410 |  |
|                               | —       | —       | 2.550  | 1.65   | 1.80    | 1.50    | 0.90    | 1.128  | 1.692   | 1.128  | 2.256  | —       | —       | —      | —      | —     | —     |  |
| B. S.                         | 1.20    | 1.65    | 3.000  | 3.00   | 1.95    | 1.80    | 2.10    | 2.114  | 2.679   | 2.538  | 1.410  | 1.692   | 1.692   | 1.692  | 1.692  | 1.692 | 1.692 |  |
|                               | —       | —       | 2.700  | 2.40   | 1.50    | 1.65    | 1.50    | 1.692  | 2.256   | 1.974  | 1.692  | —       | —       | —      | —      | —     | —     |  |
| C. S.                         | 1.50    | 2.55    | 3.800  | 3.00   | 2.70    | 1.50    | 2.10    | 2.630  | 3.948   | 4.230  | 3.102  | 1.974   | 1.974   | 1.974  | 1.974  | 1.974 | 1.974 |  |
|                               | —       | —       | 2.100  | 2.40   | 1.95    | 2.40    | 2.40    | 2.256  | 2.538   | 2.256  | 1.976  | —       | —       | —      | —      | —     | —     |  |
| Channel S.                    | 0.325   | 0.335   | 0.133  | 0.274  | 0.480   | 0.213   | 0.346   | 0.376  | 0.315   | 0.248  | 0.285  | 0.346   | 0.346   | 0.346  | 0.346  | 0.346 | 0.346 |  |
| Carbonates (CO <sub>3</sub> ) |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 1.20    | 1.80    | 3.750  | 4.50   | 3.30    | 1.80    | Nil     | 2.397  | 3.102   | 3.666  | 2.256  | 1.410   | 1.410   | 1.410  | 1.410  | 1.410 | 1.410 |  |
|                               | —       | —       | 2.550  | 1.65   | 1.80    | 1.50    | 0.90    | 1.128  | 1.692   | 1.128  | 2.256  | —       | —       | —      | —      | —     | —     |  |
| B. S.                         | 1.20    | 1.65    | 3.000  | 3.00   | 1.95    | 1.80    | 2.10    | 2.114  | 2.679   | 2.538  | 1.410  | 1.692   | 1.692   | 1.692  | 1.692  | 1.692 | 1.692 |  |
|                               | —       | —       | 2.700  | 2.40   | 1.50    | 1.65    | 1.50    | 1.692  | 2.256   | 1.974  | 1.692  | —       | —       | —      | —      | —     | —     |  |
| C. S.                         | 1.50    | 2.55    | 3.800  | 3.00   | 2.70    | 1.50    | 2.10    | 2.630  | 3.948   | 4.230  | 3.102  | 1.974   | 1.974   | 1.974  | 1.974  | 1.974 | 1.974 |  |
|                               | —       | —       | 2.100  | 2.40   | 1.95    | 2.40    | 2.40    | 2.256  | 2.538   | 2.256  | 1.976  | —       | —       | —      | —      | —     | —     |  |
| Channel S.                    | 0.325   | 0.335   | 0.133  | 0.274  | 0.480   | 0.213   | 0.346   | 0.376  | 0.315   | 0.248  | 0.285  | 0.346   | 0.346   | 0.346  | 0.346  | 0.346 | 0.346 |  |
| Percentage of Saturation.     |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 56.16   | 59.60   | 178.00 | 162.10 | 119.80  | 45.34   | 24.94   | 92.23  | 167.30  | 167.20 | 72.88  | 28.26   | 21.96   | 21.96  | 21.96  | 21.96 | 21.96 |  |
|                               | —       | —       | 72.43  | 68.90  | 66.34   | 42.49   | 34.80   | 30.44  | 35.83   | 25.52  | 67.55  | 63.16   | 29.62   | 29.62  | 29.62  | 29.62 | 29.62 |  |
| B. S.                         | 85.76   | 100.20  | 137.70 | 174.10 | 155.20  | 76.56   | 90.36   | 113.70 | 173.70  | 167.80 | 125.70 | 87.08   | 92.66   | 92.66  | 92.66  | 92.66 | 92.66 |  |
|                               | —       | —       | 123.00 | 140.20 | 153.70  | 106.10  | 94.48   | 101.00 | 163.60  | 128.80 | 104.80 | 88.59   | 79.91   | 79.91  | 79.91  | 79.91 | 79.91 |  |
| C. S.                         | 16.24   | 104.90  | 158.00 | 153.00 | 118.20  | 68.47   | 65.70   | 111.90 | 196.50  | 199.90 | 112.70 | 81.24   | 70.00   | 70.00  | 70.00  | 70.00 | 70.00 |  |
|                               | —       | —       | 79.60  | 100.90 | 101.70  | 85.37   | 69.40   | 78.61  | 93.13   | 77.64  | 87.08  | 86.50   | 68.17   | 68.17  | 68.17  | 68.17 | 68.17 |  |
| Channel S.                    | 86.74   | 89.43   | 93.80  | 88.92  | 91.58   | 85.63   | 84.28   | 93.19  | 99.90   | 83.64  | 85.88  | 72.76   | 82.56   | 82.56  | 82.56  | 82.56 | 82.56 |  |
| Percentage of Saturation.     |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 56.16   | 59.60   | 178.00 | 162.10 | 119.80  | 45.34   | 24.94   | 92.23  | 167.30  | 167.20 | 72.88  | 28.26   | 21.96   | 21.96  | 21.96  | 21.96 | 21.96 |  |
|                               | —       | —       | 72.43  | 68.90  | 66.34   | 42.49   | 34.80   | 30.44  | 35.83   | 25.52  | 67.55  | 63.16   | 29.62   | 29.62  | 29.62  | 29.62 | 29.62 |  |
| B. S.                         | 85.76   | 100.20  | 137.70 | 174.10 | 155.20  | 76.56   | 90.36   | 113.70 | 173.70  | 167.80 | 125.70 | 87.08   | 92.66   | 92.66  | 92.66  | 92.66 | 92.66 |  |
|                               | —       | —       | 123.00 | 140.20 | 153.70  | 106.10  | 94.48   | 101.00 | 163.60  | 128.80 | 104.80 | 88.59   | 79.91   | 79.91  | 79.91  | 79.91 | 79.91 |  |
| C. S.                         | 16.24   | 104.90  | 158.00 | 153.00 | 118.20  | 68.47   | 65.70   | 111.90 | 196.50  | 199.90 | 112.70 | 81.24   | 70.00   | 70.00  | 70.00  | 70.00 | 70.00 |  |
|                               | —       | —       | 79.60  | 100.90 | 101.70  | 85.37   | 69.40   | 78.61  | 93.13   | 77.64  | 87.08  | 86.50   | 68.17   | 68.17  | 68.17  | 68.17 | 68.17 |  |
| Channel S.                    | 86.74   | 89.43   | 93.80  | 88.92  | 91.58   | 85.63   | 84.28   | 93.19  | 99.90   | 83.64  | 85.88  | 72.76   | 82.56   | 82.56  | 82.56  | 82.56 | 82.56 |  |
| Percentage of Saturation.     |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 56.16   | 59.60   | 178.00 | 162.10 | 119.80  | 45.34   | 24.94   | 92.23  | 167.30  | 167.20 | 72.88  | 28.26   | 21.96   | 21.96  | 21.96  | 21.96 | 21.96 |  |
|                               | —       | —       | 72.43  | 68.90  | 66.34   | 42.49   | 34.80   | 30.44  | 35.83   | 25.52  | 67.55  | 63.16   | 29.62   | 29.62  | 29.62  | 29.62 | 29.62 |  |
| B. S.                         | 85.76   | 100.20  | 137.70 | 174.10 | 155.20  | 76.56   | 90.36   | 113.70 | 173.70  | 167.80 | 125.70 | 87.08   | 92.66   | 92.66  | 92.66  | 92.66 | 92.66 |  |
|                               | —       | —       | 123.00 | 140.20 | 153.70  | 106.10  | 94.48   | 101.00 | 163.60  | 128.80 | 104.80 | 88.59   | 79.91   | 79.91  | 79.91  | 79.91 | 79.91 |  |
| C. S.                         | 16.24   | 104.90  | 158.00 | 153.00 | 118.20  | 68.47   | 65.70   | 111.90 | 196.50  | 199.90 | 112.70 | 81.24   | 70.00   | 70.00  | 70.00  | 70.00 | 70.00 |  |
|                               | —       | —       | 79.60  | 100.90 | 101.70  | 85.37   | 69.40   | 78.61  | 93.13   | 77.64  | 87.08  | 86.50   | 68.17   | 68.17  | 68.17  | 68.17 | 68.17 |  |
| Channel S.                    | 86.74   | 89.43   | 93.80  | 88.92  | 91.58   | 85.63   | 84.28   | 93.19  | 99.90   | 83.64  | 85.88  | 72.76   | 82.56   | 82.56  | 82.56  | 82.56 | 82.56 |  |
| Percentage of Saturation.     |         |         |        |        |         |         |         |        |         |        |        |         |         |        |        |       |       |  |
| A. S.                         | 56.16   | 59.60   | 178.00 | 162.10 | 119.80  | 45.34   | 24.94   | 92.23  | 167.30  | 167.20 | 72.88  | 28.26   | 21.96   | 21.96  | 21.96  | 21.96 | 21.96 |  |
|                               | —       | —       | 72.43  | 68.90  | 66.34   | 42.49   | 34.80   | 30.44  | 35.83   | 25.52  | 67.55  | 63.16   | 29.62   |        |        |       |       |  |

Table I (Continued)

Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )

| Pool      | 23-1-46 |         |        |        |         |        | 24-1-46  |         |        |        |         |        | 25-1-46 |         |        |        |         |        |
|-----------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|
|           | 6 A.M.  | 10 A.M. | 2 P.M. | 6 P.M. | 10 P.M. | 2 A.M. | 6 A.M.   | 10 A.M. | 2 P.M. | 6 P.M. | 10 P.M. | 2 A.M. | 6 A.M.  | 10 A.M. | 2 P.M. | 6 P.M. | 10 P.M. |        |
| A. S.     | 12.505  | 11.285  | 7.320  | 5.795  | 8.388   | 11.285 | 16.165   | 8.171   | 9.318  | 7.741  | 10.321  | 12.328 | 12.902  | 11.150  | 12.292 | 11.150 | 12.328  | 12.902 |
| B. S.     | —       | —       | 9.913  | 3.600  | 4.980   | 11.285 | 12.200   | 13.332  | 12.041 | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| B. B.     | 12.963  | 12.505  | 9.913  | 9.455  | 11.743  | 11.285 | 11.590   | 10.178  | 10.465 | 10.895 | 14.106  | 12.328 | 13.188  | 12.615  | 11.755 | 12.615 | 13.188  | 14.908 |
| C. S.     | —       | —       | 9.900  | 10.828 | 12.353  | 14.030 | 12.2.353 | 12.041  | 11.895 | 11.895 | 14.106  | 12.328 | 13.188  | 12.615  | 11.755 | 12.615 | 13.188  | 14.908 |
| C. B.     | 11.590  | 9.150   | 6.863  | 7.625  | 9.150   | 11.590 | 10.178   | 10.178  | 10.178 | 10.178 | 10.178  | 10.178 | 10.178  | 10.178  | 10.178 | 10.178 | 10.178  | 10.178 |
| Channel   | —       | —       | 10.065 | 10.218 | 10.218  | 10.370 | 9.303    | 9.303   | 10.170 | 9.748  | 10.035  | 10.245 | 10.245  | 10.245  | 10.245 | 10.245 | 10.245  | 11.151 |
| S.        | 19.825  | 20.130  | 20.435 | 20.435 | 19.978  | 20.130 | 21.350   | 20.500  | 21.216 | 19.782 | 21.252  | 20.642 | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| pH        |         |         |        |        |         |        |          |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |
| A. S.     | > 8.8   | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8    | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  |
| B. S.     | > 8.8   | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8    | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  |
| C. S.     | > 8.8   | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8    | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8   | > 8.8  | > 8.8  | > 8.8   | > 8.8  |
| B.        | —       | —       | —      | —      | —       | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| Channel   | —       | —       | —      | —      | —       | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| S.        | 8.0     | 8.0     | 8.1    | 8.0    | 8.0     | 8.0    | 8.0      | 8.0     | 8.0    | 8.1    | 8.1     | 8.1    | 8.1     | 8.1     | 8.1    | 8.1    | 8.1     | 8.0    |
| Turbidity |         |         |        |        |         |        |          |         |        |        |         |        |         |         |        |        |         |        |
| A. S.     | 10.0    | 10.0    | 10.0   | 11.5   | —       | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| B. S.     | 20.0    | 20.0    | 20.0   | —      | —       | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| C. S.     | 10.5    | 10.5    | 10.5   | —      | —       | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| B.        | —       | —       | —      | —      | 10.0    | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| Channel   | 12.5    | 12.5    | 12.5   | —      | —       | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |
| S.        | —       | —       | —      | —      | —       | —      | —        | —       | —      | —      | —       | —      | —       | —       | —      | —      | —       | —      |

height. The depth of the column of water at which the black print became just obscured was measured by a metre scale and the height of the water column represented the transparency of the water. Temperatures of the surface water and bottom layers were measured by means of a suitable hydrological thermometer graduated from 0–50°C, each degree being sub-divided to a fifth of a degree. Dissolved oxygen was estimated according to RIDEAL and STEWART's modification (1901) of the WINKLER method; and the result is expressed in c.c. per litre. The values for the percentage of saturation were calculated from FOX's tables (1907). Free  $\text{CO}_2$ , carbonates and bi-carbonates were estimated according to A.O.A.C. method (1930). Hydrogen ion concentration expressed in terms of pH was determined making use of HELLIGE's comparator, cresol red standard colour disc and indicator solution. Chloride was estimated by MOHR's method (TREADWELL & HALL 1919).

6. *Meteorological Data*: There was no rain during the period and the maximum and minimum temperature recorded during the period of observations were 91°F and 71°F respectively. All the three days 24th, 25th and 26th January, 1946 were marked by bright sunshine, a clear blue sky and the absence of winds.

7. *Physical conditions*: (a) *colour*: The water was dark-green to the naked eye in all the pools on account of a thick, permanent bloom of *Microcystis spp.*, while the channel water was always brownish due to suspended particles mostly of inorganic origin.

(b) *Transparency*: Of the four samples of water, the waters of pools A and C were most turbid being about 11.0 cm due to an abundance of *Microcystis* forms about 12,000 colonies per c.c. The muddy channel water came next being 12.5 c.m. and did not contain any *microcystis* form and the most transparent water was from the pool B with a value of 20.0 cm; and which contained about 8000 colonies per c.c.

The tests for transparency indicate the depth of penetration of light into the water; and this depth is in some measure related to the amount of sediment of organic and inorganic origin present in the water.

(c) *Temperature* (°c). The range of variations, the average temperatures for a 24 hour period in the surface and bottom layers of the three pools and in the channel water are given in Table II.

From a study of Table II and Graph I, the following conclusions appear to be justifiable:

*Diurnal Variations*: (a) The pool waters reached a slightly higher temperature than that of the channel water manifestly due to insulation and protection from wind action.

(b) The final average amplitudes of variations in the surface layer in

TABLE II.

| Pool    | 6 A.M. of 24-1-1946 |         | 6 AM of 24-1-1946 |           | 6 AM of 25-1-1946 |           | Final | Average |
|---------|---------------------|---------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------|---------|
|         | Range               | Average | Amplitude         | Range     | Average           | Amplitude |       |         |
| A.      | S 24.0-28.6         | 25.63   | 4.6               | 24.0-27.8 | 25.49             | 3.8       | 4.2   | 25.56   |
|         | B 23.8-25.8         | 25.04   | 2.0               | 23.8-25.6 | 24.77             | 1.8       | 1.9   | 24.91   |
| B.      | S 23.8-28.4         | 25.77   | 4.6               | 24.2-27.8 | 25.57             | 3.6       | 4.1   | 25.67   |
|         | B 23.8-26.2         | 25.16   | 2.4               | 23.8-25.8 | 24.74             | 2.0       | 2.2   | 24.95   |
| C.      | S 23.8-28.6         | 25.67   | 4.8               | 23.8-27.8 | 25.54             | 4.0       | 4.4   | 25.60   |
|         | B 23.8-26.2         | 24.88   | 2.4               | 23.8-26.2 | 25.06             | 2.4       | 2.4   | 24.97   |
| Channel | 23.6-26.2           | 24.83   | 2.6               | 23.2-26.8 | 24.91             | 3.6       | 3.1   | 24.87   |

S: Surface Layer      B: Bottom Layer

each of the pools was found to vary from 4.1. to 4.4, the average being  $4.23^{\circ}\text{C}$  while that for the channel water was only  $3.1^{\circ}\text{C}$ , thus showing a difference of  $1.13^{\circ}\text{C}$ . Further among the three pools, the highest difference between the maximum and minimum was noticed in pool C, next in pool A and least in pool B.

(c) The ranges of variation in the bottom layer of water were lower than the corresponding values for the surface water. The final average temperature was highest ( $24.97^{\circ}\text{C}$ ) in pool C, least in pool A ( $24.91^{\circ}\text{C}$ ) pool B taking an intermediate position.

(d) The temperature of the water was at its maximum at 2 P.M. and at its minimum at 6 A.M. in the surface layer of the pools and the channel. In the case of the bottom layer also, the results were almost the same except that the maximum was reached also at 6 P.M. in one or two instances.

#### 8. Thermal Stratification and Circulation:

Table III gives the differences between the surface and bottom layers at four hourly intervals for the 48 Hours period:

It would be seen that the formation of "layering" or thermal stratification in each of the three pools took place during the day and circulation at night. This is known by the difference in temperature between the surface and bottom layers. The maximum difference was invariably recorded at 2 PM and the minimum at 2 A.M. or 6 A.M. Among the three pools the maximum difference is greatest in pool C, least in pool A, pool B taking a middle position. Complete

TABLE III.  
THERMAL STRATIFICATION AND CIRCULATION  
IN THE THREE POOLS, A, B & C.

| Pool    | 23-1-46 |      |     |      |      | 24-1-46 |     |      |     |     | 25-1-46 |      |      |
|---------|---------|------|-----|------|------|---------|-----|------|-----|-----|---------|------|------|
|         | 6AM     | 10AM | 2PM | 6PM  | 10PM | 2AM     | 6AM | 10AM | 2PM | 6PM | 10PM    | 2AM  | 6AM  |
| A       | —       | —    | 2.8 | 2.4  | 0.2  | 0.2     | 0.2 | 0.6  | 2.2 | 1.4 | 0.0     | 0.4  | 0.2  |
| B       | —       | —    | 3.0 | 1.6  | 0.6  | 0.6     | 0.4 | 0.6  | 2.4 | 1.2 | 0.6     | 0.4  | 0.2  |
| C       | —       | —    | 3.8 | 1.0  | 0.6  | 0.6     | 0.0 | 0.2  | 2.6 | 1.0 | 0.4     | 0.2  | 0.0  |
| Average | —       | —    | 3.2 | 1.67 | 0.33 | 0.33    | 0.2 | 0.47 | 2.4 | 1.2 | 0.33    | 0.33 | 0.13 |

or almost complete homothermal conditions prevailed from 10 PM to 6 AM on 23rd to 24th and 24th to 25th in pool A; at 6 AM on 24th and from 2 AM to 6 AM on 25th in pool B and at 6 AM on 24th and at 10 PM to 6 AM on 25th in pool C. It would, therefore, appear that a "turnover" or circulation took place ordinarily between 2 AM and 6 AM and a definitely marked thermal stratification at 2 PM in the pools. In the entire water mass in each of the pools there was a gradual loss in heat from 2 PM until 6 AM on the next morning and thereafter, a progressive increase from 6 AM to 2 PM and later again a gradual decrease till 6 AM of the next day.

In Table IV are shown the averages of the differences in temperature readings taken at four hourly intervals from 6 AM to 2 AM for all the three pools taken together.

TABLE IV.

| Pool    | 6 AM | 10 AM | 2 PM | 6 PM | 10 PM | 2 AM |
|---------|------|-------|------|------|-------|------|
| A       | 0.20 | 0.47  | 3.20 | 1.67 | 0.33  | 0.33 |
| B       | 0.27 | —     | 2.07 | 1.20 | 0.33  | 0.20 |
| C       | 0.23 | 0.47  | 2.80 | 1.43 | 0.33  | 0.31 |
| Average | 0.23 | 0.47  | 2.80 | 1.43 | 0.33  | 0.31 |

The heat-gain from 6 AM to 2 PM, i.e., for a period of 8 hours is (0.24—PLUS—2.33) or 2.57°C and the heat loss from 2 PM to 2 AM, i.e., for a period of 12 hours is (1.37—PLUS—1.10—PLUS—0.02) or 2.49°C. The difference between the heat-gain and heat-loss is 2.57—MINUS—2.49 or 0.08°C. It may, therefore, be inferred that the pools lost every day the heat which they gained during the course of the day and this is obviously due to the duration of day and night being equal in the tropics unlike the temperate regions.

9. *Chemical Conditions:* (a) *Dissolved Oxygen:* Table V gives the range of variations, the average oxygen content for a period of 24 hours, in the surface and bottom layers of each of the three pools and in the channel water. The results are expressed in c.c. per litre.

TABLE V.

| Pool    | 6 A.M. of 23-1-46 to<br>6 A.M. of 24-1-46 |               |                                                   | 6 A.M. of 24-1-46 to<br>6 A.M. of 25-1-46 |               |                                                   | Final Average |                                                   |
|---------|-------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|
|         | Range                                     | Aver-<br>age. | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | Range                                     | Aver-<br>age. | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | 24 Hr         | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. |
| A       |                                           |               |                                                   |                                           |               |                                                   |               |                                                   |
| S.      | 1.531-10.143                              | 5.409         | 8.612                                             | 1.344- 9.801                              | 4.848         | 8.457                                             | 5.128         | 8.534                                             |
|         | 2.144- 4.316                              | 3.466         | 2.172                                             | 1.531- 4.066                              | 2.485         | 2.535                                             | 2.975         | 2.353                                             |
| B       |                                           |               |                                                   |                                           |               |                                                   |               |                                                   |
|         | S. 4.594-10.036                           | 6.947         | 5.442                                             | 5.243-10.020                              | 7.233         | 4.777                                             | 7.090         | 5.109                                             |
| C       | B. 5.819- 9.188                           | 7.415         | 3.369                                             | 4.922- 9.801                              | 6.572         | 4.879                                             | 6.993         | 4.124                                             |
|         | S. 0.995- 9.001                           | 5.771         | 8.006                                             | 3.982-11.630                              | 7.088         | 7.648                                             | 6.429         | 7.827                                             |
| Channel | B. 4.278- 6.126                           | 5.282         | 1.848                                             | 4.173- 5.513                              | 4.828         | 1.340                                             | 5.055         | 1.594                                             |
|         | 5.207- 5.552                              | 5.368         | 0.345                                             | 4.438- 5.914                              | 5.200         | 1.476                                             | 5.284         | 0.910                                             |

S: Surface Layer      B: Bottom Layer

The results show that there was no deficiency of dissolved oxygen except on one occasion in the case of pool C, when it was slightly less than 1 c.c. per litre. The oxygen content of water is known to vary from 0.0—25.0 c.c. per litre in the presence of chlorophyll-bearing organisms on bright sunny days. In the case of our pools containing an abundance of *Microcystis* and with a duration of about 9 hours of bright sunshine in the month of January the maximum oxygen content recorded was only 11.630 c.c. per litre. GANAPATI (1940) recorded 8.49 c.c. per litre in a similar *Microcystis* pond but this was in July. ALIKUNHI, et al (1951) have recorded 23.14 ppm (or 16.152 cc/l) of oxygen in aquarium jars containing algal blooms. In the surface layers of the three pools taken together, the content of dissolved oxygen varied from a minimum of 0.995 cc/l to a maximum of 11.63 cc/l. In the bottom layer it varied from a minimum of 1.531 cc/l to a maximum of 9.801 cc/l, so that it could not be stated that there was any deficiency of oxygen at any time during the period of 48 hours. In the case of the channel water, the oxygen content varied from a minimum of 4.438 cc/l to a maximum of 5.914 cc/l.

The  $O_2$  content was at its maximum at 2 PM or 6 PM and minimum at 6 AM in the surface layer—Fig. III. This finding is in complete agreement with that of M.O.T. IYENGAR (1929—30) who was recorded a similar finding from his study of ponds and ditches of varying sizes containing stagnant fresh water in Bengal. In the case of the bottom layer the highest value was recorded at 6 or 10 PM and the lowest at 6 PM.

### OXYGEN STRATIFICATION AND CIRCULATION

In Table VI are shown the differences in the oxygen content between the surface and bottom layers in the three Pools.

TABLE VI

| Pool    | 23-I-1946 |      |       |       |       | 24-I-1946 |       |       |       |       | 25-I-1946 |       |       |
|---------|-----------|------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|         | 6AM       | 10AM | 2PM   | 6PM   | 10PM  | 2AM       | 6AM   | 10AM  | 2PM   | 6PM   | 10PM      | 2AM   | 6AM   |
| A       | —         | —    | 5.827 | 5.213 | 3.063 | 0.000     | 0.613 | 3.674 | 7.503 | 8.270 | 0.321     | 2.139 | 0.475 |
| B       | —         | —    | 0.536 | 1.790 | 0.000 | 1.838     | 0.306 | 0.765 | 0.219 | 2.126 | 1.178     | 0.107 | 0.749 |
| C       | —         | —    | 4.177 | 2.940 | 0.918 | 1.072     | 0.296 | 1.992 | 5.817 | 7.034 | 1.498     | 0.321 | 0.097 |
| Average | —         | —    | 3.513 | 3.314 | 1.327 | 0.970     | 0.405 | 2.144 | 4.513 | 5.810 | 0.999     | 0.856 | 0.124 |

The values for the difference between the maximum and minimum figures were least in Pool B, suggesting greater photosynthetic activity of the algal flora due to penetration of sunlight to greater depths than in the other two pools. Confirmatory evidence of this observation is to be had from the comparatively higher values for transparency of the water in pool B.

The maximum difference between the surface and bottom layers is recorded at 2 PM and the minimum at 6 AM. This difference is greatest in Pool A, and least in pool B, pool C taking the intermediate position. An uniform distribution of  $O_2$  from the surface to the bottom was established at 10 PM in pool B on 23rd January'46, and from 2 PM onwards there was a gradual fall till 6 AM on the following day. In the case of the Pools A & C, uniformity in oxygen distribution from the surface to the bottom layers was reached at 2 AM.

In Table VII are given the averages of the four hourly differences between the surface and bottom layers of the three pools taken together.

The difference in the oxygen content in the vertical direction is greatest from 2 PM to 6 PM, a little less from 10 AM to 2 PM and much less from 6 AM to 10 AM. The differences from 6 AM to 6

TABLE VII.

| Time                          | 6 AM        | 10 AM | 2 PM  | 6 PM  | 10 PM | 2 AM        |
|-------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Average of<br>the three pools | MINUS-0.405 | 2.144 | 3.513 | 3.314 | 1.327 | MINUS-0.970 |
|                               | PLUS 0.124  | --    | 4.513 | 5.810 | 0.999 | MINUS-0.856 |
| Final Average                 | MINUS-0.140 | 2.144 | 4.013 | 4.562 | 1.163 | MINUS-0.913 |

PM are increasing showing that the oxygen content in the surface layer is greater than in the bottom layer. After 6 PM, the situation changes, the bottom layer contains more oxygen than the surface layer. So, from 6 PM to 10 PM the diffusion to and consumption in the bottom layers is greatest; and again from 10 PM to 2 PM it is much less indicating less demand for oxygen by the plants and animals present in the pools, probably the result of a lower rate of metabolic activity consequent on the lower temperature of water. The average production of oxygen from 6 AM to 2 PM amounts to 4.153 cc/l and the consumption from 2 PM to 2 AM is 4.926 cc/l.

(b) *Percentage of saturation of dissolved oxygen:*

Table VIII shows the range of variation in the surface and bottom layers and the average for a 24 hour period in each of the three pools and in the channel water.

TABLE VIII

|   | 6 AM of 23-1-46 to<br>6 AM of 24-1-46 |                  |                                                   | 6 AM of 24-1-46 to<br>6 AM of 25-1-46 |                  |                                                   | Final Average    |                                                   |
|---|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------|
|   | Range                                 | Aver-<br>age     | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | Range                                 | Aver-<br>age     | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | 24 Hr            | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. |
| 1 | 178.00-24.94<br>72.00-34.80           | 92.28<br>56.99   | 153.06<br>37.63                                   | 167.30-21.96<br>67.55-25.52           | 82.11<br>40.99   | 145.34<br>42.03                                   | 87.19<br>48.99   | 149.20<br>39.83                                   |
| 2 | 174.10-76.56<br>153.70-94.48          | 117.13<br>123.49 | 97.54<br>59.22                                    | 173.70-87.08<br>163.60-79.91          | 121.57<br>108.74 | 86.62<br>83.69                                    | 119.35<br>116.11 | 92.08<br>71.45                                    |
| 3 | 158.00-16.24<br>101.70-69.40          | 97.79<br>87.39   | 141.76<br>32.30                                   | 199.90-65.70<br>93.13-68.17           | 119.71<br>80.08  | 134.20<br>24.96                                   | 108.75<br>83.73  | 137.98<br>28.63                                   |
| 4 | 93.80-84.28                           | 88.62            | 9.52                                              | 99.90-72.76                           | 86.03            | 27.14                                             | 87.33            | 18.33                                             |

S: Surface layer. B: Bottom Layer.

From the Table VIII, it will be seen that the pools were supersaturated with oxygen, indicating considerable photophysiological action in the surface layers. Except in the case of Pool C on one occasion the surface and lower layers of oxygen were nearly always fairly saturated with oxygen. From the final average, it will be evident that Pool B was more saturated than A or C, for reasons already explained. The differences between the maximum and minimum values was greatest in pool B, and least in Pool A.

Table IX shows the four hourly differences between the surface and bottom layers for the two days under investigation.

TABLE IX

| Pool    | 23-1-1946 |      |        |       |       | 24-1-1946 |       |      |       |        | 25-1-1946 |       |       |       |
|---------|-----------|------|--------|-------|-------|-----------|-------|------|-------|--------|-----------|-------|-------|-------|
|         | 6AM       | 10AM | 2PM    | 6PM   | 10PM  | 2AM       | 6AM   | 10AM | 2PM   | 6PM    | 10PM      | 2AM   | 6AM   |       |
| A       | —         | —    | 105.57 | 93.18 | 53.46 | —         | 2.85  | 9.86 | 61.79 | 131.47 | 141.68    | 5.33  | 34.90 | 7.66  |
| B       | —         | —    | 14.70  | 33.90 | 1.50  | —         | 29.54 | 4.12 | 12.70 | 10.10  | 39.00     | 20.90 | 1.51  | 12.75 |
| C       | —         | —    | 78.40  | 52.10 | 17.50 | —         | 16.90 | 3.70 | 33.29 | 103.37 | 122.26    | 25.62 | 5.26  | 1.83  |
| Average | —         | —    | 66.22  | 59.72 | 23.82 | —         | 14.53 | 5.89 | 35.93 | 81.65  | 100.98    | 17.28 | 13.89 | 2.31  |

The differences were greater at 2 PM and least at 6 AM in the case of pools A and C indicating stratification and turnover. In the case of pool B, the differences were small owing to the greater transparency and the consequent photosynthetic action taking place at greater depths.

In Table X are shown the averages of the four-hourly differences between the surface and bottom layers taking all the three pools together for assay.

TABLE X

| Time                        | 6 AM   | 10 AM | 2 PM  | 6 PM   | 10 AM | 2 AM    |
|-----------------------------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|
| Averages of the three pools | — 5.89 | 35.93 | 81.65 | 59.72  | 23.82 | — 14.53 |
|                             | + 2.31 | —     | 66.22 | 100.98 | 17.28 | — 13.89 |
| Average                     | — 1.79 | 35.93 | 73.94 | 80.35  | 13.70 | — 14.21 |

The differences were greatest at 6 PM and least at 6 A.M. In other words, the layers became stratified by 6 PM but regained almost complete homogeneity at 6 A.M.

The content of dissolved oxygen in the pools does not depend upon the physical factor of solubility. For according to the laws of solubility of gases, periods of high temperature should be periods of low oxygen content and vice versa; but that is not so is evident

from a study of the diurnal fluctuations of temperature dissolved oxygen and percentage of saturation. The period of highest temperature, i.e., 2 PM is nearly the period of maximum amount of dissolved oxygen and supersaturation and the period of lowest temperature (6 AM) is nearly the period of lowest oxygen content and moderate saturation. M.O.T. IYENGAR's (1929—30) findings in his study of the stagnant ponds of Sonarpur, Bengal, are nearly very similar to the temporary pools at Mettur discussed here.

(c) *Free Carbon-di-oxide*: Free  $\text{CO}_2$  was not detected at any time during the period of investigation in any of the three pools. This finding is in agreement with an earlier observation of the author (GANAPATI 1940) made in connection with a temple tank containing a permanent bloom of *Microcystis aeruginosa* (KUNTZ). But it was always present in the channel water and varied from a minimum of 0.113 to a maximum of 0.480 part per 100.000.

(d) *Carbonates* ( $\text{CO}_3$ ): Table XI shows the range of variation in the surface and bottom layers and the average for a 24 hour period in each of the three pools.

TABLE XI

| 6 A.M. of 23-1-46 to<br>6 A.M. of 24-1-46 |             |               |                                                   | 6 A.M. of 24-1-46 to<br>6 A.M. of 25-1-46 |               |                                                   |       | Final Average                                     |  |  |
|-------------------------------------------|-------------|---------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------|--|--|
| Pool                                      | Range       | Aver-<br>age. | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | Range                                     | Aver-<br>age. | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | 24 Hr | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. |  |  |
| A                                         |             |               |                                                   |                                           |               |                                                   |       |                                                   |  |  |
| S.                                        | 0. 0-4.50   | 2.725         | 4.50                                              | 0.0-3.666                                 | 2.373         | 3.666                                             | 2.549 | 4.083                                             |  |  |
| B.                                        | 0.90-2.55   | 1.680         | 1.65                                              | 0.90-2.256                                | 1.419         | 1.356                                             | 1.549 | 1.503                                             |  |  |
| B                                         |             |               |                                                   |                                           |               |                                                   |       |                                                   |  |  |
| S.                                        | 1.20-3.00   | 2.100         | 1.80                                              | 1.41-2.679                                | 2.145         | 1.269                                             | 2.122 | 1.534                                             |  |  |
| B.                                        | 1.50-2.70   | 1.950         | 1.20                                              | 1.128-2.256                               | 1.707         | 1.128                                             | 1.829 | 1.164                                             |  |  |
| C                                         |             |               |                                                   |                                           |               |                                                   |       |                                                   |  |  |
| S.                                        | 1.50-3.60   | 2.421         | 2.10                                              | 1.974-4.230                               | 2.851         | 2.256                                             | 2.636 | 2.178                                             |  |  |
| B.                                        | 1.95-2.40   | 2.250         | 1.45                                              | 1.976-2.538                               | 2.280         | 0.562                                             | 2.265 | 1.006                                             |  |  |
| Chanel                                    | 0.113-0.480 | 0.298         | 0.367                                             | Free $\text{CO}_2$<br>0.248-0.376         | 0.320         | 0.128                                             | 0.309 | 0.247                                             |  |  |

S: Surface layer      B: Bottom layer

It will be seen that carbonates were present in appreciably large amount both at the surface and the bottom layers.

Table XII shows the difference between the surface and bottom layers at four hourly intervals in each of the three pools.

TABLE XII

| Pool    | 23-1-46 |       |      |      |       | 24-1-46 |       |       |       |       | 25-1-46 |      |      |
|---------|---------|-------|------|------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|------|------|
|         | 6 AM    | 10 AM | 2 PM | 6 PM | 10 PM | 2 AM    | 6 AM  | 10 AM | 2 PM  | 6 PM  | 10 PM   | 2 AM | 6 AM |
| A       | —       | —     | 1.20 | 2.85 | 1.50  | 0.30    | -0.90 | 1.269 | 1.410 | 2.538 | 0.00    | —    | 0.0  |
| B       | —       | —     | 0.30 | 0.60 | 0.45  | 0.15    | 0.60  | 0.422 | 0.423 | 0.564 | 0.79    | —    | 0.2  |
| C       | —       | —     | 1.50 | 0.60 | 0.75  | -0.90   | -0.30 | 0.374 | 1.410 | 1.974 | 1.126   | —    | 0.2  |
| Average | —       | —     | 1.00 | 1.35 | 0.90  | -0.45   | -0.60 | 0.688 | 1.081 | 1.692 | 0.639   | —    | 0.1  |

From the above, it will be seen that the difference is at its maximum at 2 PM to 6 PM and minimum at 2 AM to 6 AM indicating stratification and circulation respectively. Carbonates increased gradually from 6 AM till the maximum was reached at 2 PM and decreased thereafter till 6 AM on the next morning.

(e) *Bicarbonates (HCO<sub>3</sub>)*: The range of variations in the amount of bicarbonates in the surface and bottom layers and the average for a 24 hour period in each of the three pools and in the channel water are shown in Table XIII.

TABLE XIII.

| Pool   | 6 A.M. of 23-1-46 to<br>6 A.M. of 24-1-46 |               |                                                   | 6 A.M. of 24-1-46 to<br>6 A.M. of 25-1-46 |               |                                                   | Final Average |                                                   |
|--------|-------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------|
|        | Range                                     | Aver-<br>age. | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | Range                                     | Aver-<br>age. | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. | 24 Hr         | Differ-<br>ence<br>between<br>max.<br>and<br>min. |
|        |                                           |               |                                                   |                                           |               |                                                   |               |                                                   |
| A.     |                                           |               |                                                   |                                           |               |                                                   |               |                                                   |
| S      | -5.795-16.165                             | 10.392        | 10.370                                            | 7.741-16.165                              | 10.992        | 8.424                                             | 10.692        | 9.397                                             |
| B      | -3.600-12.200                             | 8.396         | 8.600                                             | 11.150-13.332                             | 12.319        | 2.182                                             | 10.357        | 5.391                                             |
| B.     |                                           |               |                                                   |                                           |               |                                                   |               |                                                   |
| S      | -9.455-12.963                             | 11.351        | 3.508                                             | 10.178-14.106                             | 11.822        | 3.928                                             | 11.586        | 3.718                                             |
| B      | -9.900-14.030                             | 11.893        | 4.130                                             | 11.755-14.908                             | 12.595        | 3.153                                             | 12.244        | 3.641                                             |
| C.     |                                           |               |                                                   |                                           |               |                                                   |               |                                                   |
| S      | -6.863-11.590                             | 9.477         | 4.727                                             | 6.307-10.864                              | 9.017         | 4.557                                             | 9.247         | 4.642                                             |
| B      | -9.303-10.370                             | 10.035        | 1.067                                             | 9.303-11.151                              | 10.109        | 1.848                                             | 10.072        | 1.457                                             |
| Chanel | 19.825-21.350                             | 20.326        | 1.525                                             | 19.782-21.350                             | 20.790        | 1.568                                             | 20.558        | 1.546                                             |

It will be seen that the bicarbonates are greater in the bottom layers than in the surface layers indicating greater respiratory activity.

In Table XIV are shown the four hourly differences between the surface and bottom layers in each of the three pools.

TABLE XIV

| 23-1-46 |       |        |        |        |        |        |        | 24-1-46 |        |        |        |        |        |      |      | 25-1-46 |  |  |  |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|---------|--|--|--|
| 6 AM    | 10 AM | 2 PM   | 6 PM   | 10 PM  | 2 AM   | 6 AM   | 10 AM  | 2 PM    | 6 PM   | 10 PM  | 2 AM   | 6 AM   | 10 AM  | 2 PM | 6 PM | 10 PM   |  |  |  |
| —       | —     | -2.593 | 2.195  | 3.408  | 0.000  | 3.965  | -5.161 | -2.723  | -4.551 | -0.829 | —      | 0.000  |        |      |      |         |  |  |  |
| —       | —     | +0.013 | -1.373 | -0.610 | -2.745 | -0.763 | -1.863 | 1.430   | -0.860 | +1.491 | —      | -1.720 |        |      |      |         |  |  |  |
| —       | —     | -3.202 | -2.593 | -1.068 | +1.220 | -1.067 | -1.114 | -2.724  | -3.728 | -1.357 | —      | -0.543 |        |      |      |         |  |  |  |
| ge      | —     | —      | -1.927 | -0.590 | +0.577 | -0.508 | +1.423 | -2.713  | -2.292 | -3.046 | -0.232 | —      | -0.755 |      |      |         |  |  |  |

The differences were highest at 2 PM to 6 PM and least at 2 AM indicating stratification and circulation respectively. At 6 AM the content of bicarbonates is slightly higher at the surface than at the bottom; at 10 AM, 2 PM and 6 PM the bottom layer has more than the surface, but at 10 PM there is a slight increase in the surface over the bottom layer but at 2 AM the position is reversed.

Again, the bicarbonates were least generally at 6 PM and highest at 6 AM; they decreased gradually from 6 AM to 6 PM when the minimum was reached; and increased thereafter till the maximum was reached at 6 AM on the next day.

(f) *Hydrogen ion concentration (pH):*

pH of the three pools was found to be above 8.8 at all times both in the surface and bottom layers. The exact pH was not determined for want of a higher pH range standard colour disc like thymol blue (alkali range). In the case of the channel water, it was found to fluctuate within very narrow limits 8.0—8.1.

Although the pools were full of fish and had an abundance of *Microcystis* forms, yet the pH values did not show any tendency to decrease below 8.8 even at nights. The author (1940) has recorded pH values 9.3—9.7 in a *Microcystis* pond in Madras during February to May and 8.8 in January at about 9 AM. It is, therefore, not unlikely that the pH values in the case of the three pools may have varied between 9.0 and 10.0 by day time. This observation is confirmed by the higher values for carbonates and dissolved oxygen recorded from 6 AM to 6 PM.

(g) *Chlorides:* This was found to vary between 1.6—1.7 parts per 100,000 in all the waters at all times. There was no diurnal variation nor any difference between the surface and bottom layer in any of the pools.

### C. DISCUSSION.

Ordinarily in the absence of free  $\text{CO}_2$  bicarbonates are used up by phytoplankton which abstract  $\text{CO}_2$  from them precipitating the

less soluble carbonates of Calcium and Magnesium. In all the three pools, the bicarbonates obviously constituted the chief nutrient for the growth and development of the dominant algal flora *Microcystis spp.*

The figures for carbonates and bicarbonates show intimate relationship. When the bicarbonates began to decrease in the surface layer of the pools from 6 AM to 6 PM, the carbonates began to increase during the same period, and again when the bicarbonates increase from 6 PM to 6 AM the carbonates began to decrease. Normally decrease in bicarbonates by day is associated with photosynthetic activity of the flora and the increase by night with the respiratory activity of the microbiota and fish in the three pools. A progressively increasing amount of dissolved oxygen from 6 AM to 6 PM tending towards supersaturation, and a gradual decrease from 6 PM to 6 AM in the pools afford additional confirmatory evidence of this phenomenon.

A study of the values for carbonates, bicarbonates, dissolved oxygen, percentage of saturation and temperature show intimate inter-relationship. The temperature of water gradually rises up from 6 AM till its maximum is reached at 2 PM or 6 PM, when the bicarbonates decrease, on account of their being used up by the algal flora, the carbonates increase along with oxygen and the intensity of its saturation. From 2 PM or 6PM to 6 AM on the following day, when the temperature of water decreases, the bicarbonates increase on account of the dissolution of the carbonates by free  $\text{CO}_2$  produced by the respiratory activities of the plants and animals in the pools; and the carbonates, dissolved oxygen and the values for the percentage of saturation of oxygen also decrease.

The physico-chemical factors either at the surface or bottom (6 ft. below the surface) were quite normal and did not seem to be inimical to the fish population so as to make them congregate always at the surface. Some other factor was perhaps responsible for the abnormal surface congregation of fishes and the causes for the same are discussed elsewhere (GANPATI 1949).

#### D. SUMMARY.

1. A study was made in January, 1946, of the diurnal variations in the surface and bottom layers for some of the important physico-chemical variables in three temporary pools of water formed in the stream bed at Mettur Dam.
2. A definitely marked thermal, oxygen, carbonate and bicarbonate stratification at 2 PM and a complete circulation occurred by 6 AM

daily. The surface layer was supersaturated and the bottom layer under-saturated but not fatally deficient in oxygen content to fish life. The waters were highly alkaline due to insulation and the formation of a bloom of *Microcystis Spp.*, but were very low in chloride content.

Address of the Author:  
Kilpauk Water works  
Madras 10

#### E. REFERENCES

ALIKUNHI. K. H., RAMACHANDRAN. V and CHAUDHURI H. - "Mortality of carp fry render supersaturation of dissolved oxygen in Water." - Proc. Nat. Inst. Sc., India, Vol. XVII, No. 4, 1951, p. 261—264.

A.O.A.C. - Official and tentative methods of analysis of the Association of official agricultural chemists' book, 1930.

ATKINS W.R.G. and HARRIS G.T. - Seasonal changes in the water and Heleo-plankton of Fresh Water ponds. Sc. Proc. Roy Dub. Soc., 1924, Vol. VIII, N.S. P 1—21.

Fox C.J.J. - The dissolved gases of the sea water. Public de circ. 1907., No. 41, p. 1—23.

GANAPATI S.V. - The ecology of a temple tank containing a permanent bloom of *Microcystis aeruginosa* kutz. Henfr - Jl. Bom. Nat Hist. Soc. 1940 Vol. 42, No. 1. p. 65—77.

— The hydrology of three summer pools in the rocky stream bed at Mettur Dam, with special reference to certain abnormal surface congregation of fishes - Jl. Zool. Soc. Ind. 1949, Vol. I, No. 1, p. 44—48.

IYENGAR M.O.T. - Dissolved oxygen in relation to Anopheles breeding - Ind. Jl. Med. Res., 1929—30, Vol. XVII, p. 1171—1188.

MOHR. - Analytical chemistry by P.F. TREADWELL and W.T. HALL, 1919, 2 Vols- 5th Ed.

RIDEALS. S. and STEWART. C.G. - Determination of dissolved oxygen in waters in presence of nitrites and of organic matter. Analyst, 1901, Vol. 26, p-141.

WARD H.B. and WHIPPLE G.C. - Fresh water Biology - JOHN WILY & Sons., N.Y., 1918.

WHIPPLE G.C. - The Microscopy of Drinking Water, 4th ed., rev. by FAIR and WHIPPLE. New York, 58 6pp.

# Bibliography

ZEITSCHRIFT FÜR FISCHEREI UND DEREN HILFSSCIENZEN, herausgegeben von der Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Band I N. F., Heft 1/2, Juli 1952.—Band I N. F., Heft 3/4, Januar 1953.—Band I N. F., Heft 5/6, April 1953.—Band II N. F., Heft 1/2, Juli 1953.—Band II N. F., Heft 3/4, Oktober 1953.—Band II N. F., Heft 5/6, Dezember 1953.  
Journal of Fishery and auxiliary sciences. Each issue contains six or seven specialized papers and bibliography.

AUSTRALIAN JOURNAL OF MARINE AND FRESHWATER RESEARCH, - Vol. 4, n° 1, May 1953.  
With seven papers, of which two are of significance for Hydrobiology: Intertidal Zonation of the Exposed Rocky Shores of Victoria, Together with a Rearrangement of the Biogeographical Provinces of Temperate Australian Shores, by ISOBEL BENNETT and ELIZABETH C. POPE; and Heterotrophic Bacteria in Marine Environments of Eastern Australia, by E. J. F. WOOD.

PROCEEDINGS OF THE ZOOLOGICAL SOCIETY OF BENGAL, Vol. 6, n° 1, March 1953  
Containing a study of the urogenital system in Salientia, by J. L. BHADURI.

VISSERIJ-NIEUWS, 6e Jaarg., n° 3, Juli 1953.—n° 4, Augustus 1953.—n° 5, September 1953.—n° 6, October 1953.—n° 7, November 1953.—n° 8, December 1953.—n° 9, Januari 1954.—n° 10, Februari 1954.  
As usually, each number contains information on fishery results and papers of interest for persons engaged in fisheries.

CENTRE BELGE D'ETUDE ET DE DOCUMENTATION DES EAUX, Bulletin mensuel, N° 35, Mai 1953.—n° 36, Juin-juil. 1953.—n° 37, Août-sept. 1953.—n° 38, Octobre 1953.—n° 39, Novembre 1953.—n° 40, Decembre 1953.—n° 41, Janvier 1954.—  
Devoted to the study of the water question from an industrial point of view.

BULLETIN DU CENTRE BELGE D'ETUDE ET DE DOCUMENTATION DES EAUX, n° 20, 1953/II, n° 21, 1953/III, n° 22, 1953/IV.  
Mostly contains more extensive papers than the monthly journal.

INSTITUTE OF FRESHWATER RESEARCH, DROTTNINGHOLM, Report n° 34, FISHERY BOARD OF SWEDEN, ANNUAL REPORT FOR THE YEAR 1952 and SHORT PAPERS.  
Director's Report for the year 1952 and 9 short papers.

JAHRESBERICHT ÜBER DIE DEUTSCHE FISCHEREI 1952, herausgegeben vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, unter Mitwirkung des Statistischen Bundesamtes Oktober 1953.  
Containing 28 papers on the different aspects of Fishery.

NINTH REPORT OF THE BIOLOGICAL BUREAU, for the period November 1st, 1950, to April 1st, 1952, Province of Quebec, Game and Fisheries Department, October 1953.

Besides the various reports on activity of the Bureau, there are several miscellaneous studies; of significance for Hydrobiology is the paper by L. R. SEGUIN, on „Algae Control in intensive Fish-Culture”.

MEMORIE DELL'ISTITUTO ITALIANO DI IDROBIOLOGIA DOTT. MARCO DI MARCHI, Vol. VII, 1953.

Director's Report on the scientific activity of the Institute for the years 1951-1952 and 10 papers.

THOMAS, R., - Sur deux formes critiques du genre *Diffugia* Leclerc, *Bull. Soc. zool. France*, LXVIII, 1953, 132-136, 13 fig.

Description of *Diffugia smilion* nov. spec. and *D. oblonga* Ehrenberg var. *cylindrus* var. nov.

POUCQUES, M. L. de, - Etude algologique de l'étang de la Grange en Woëvre, *Rev. gén. Bot.*, 59, 1952, 11 p., 24 fig.

Described as new: *Phacus platalea* var. *major* nov. var., *Trachelomonas bituricensis* var. *Lotharingia* nov. var., *Tr. Lotharingiae* nov. sp., and a couple of „forms”.

POUCQUES, M. L. de, - Contribution à l'étude de la flore algale de Lorraine, *Bull. Soc. Sci. Nancy*, Juin 1953, 11 p.

Annotated list of 115 Algae from several lotharingian ponds.

POUCQUES, M. L. de, - Etude chromosomique des *Sorbus latifolia* Pers. et *Sorbus confusa* Greml., *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1951, 98, 89-92, 10 fig.

VIVIEN, J., - Rôle de l'Hypophyse dans le déterminisme de l'involution ovarienne et de l'inversion sexuelle chez les Xiphophores, *J. Physiol.*, 44 1952, 349-351.

DRAGESCO, J., - Sur la structure des trichocystes toxiques des Infusoires holotriches gymnostomes (note préliminaire), *Bull. Microsc. Appliq.*, (2) t.2, 1952, 92-98, 4 fig., 1 pl.

DRAGESCO, J., - Le Flagellé *Oxyrrhis marina*: cytologie, trichocystes, position systématique, *Bull. Microsc. Appliq.*, (2) t.2, 1952, 148-157, 7 fig.

The writer doubts of the true Dinoflagellate nature of *Oxyrrhis marina*.

HOLLANDE, A. & M. ENJUMET, Contribution à l'étude biologique des Sphaerocollodes (Radiolaires Collodaires et Radiolaires Polycytaires) et de leurs parasites. Partie 1. Thalassicollidae, Physematidae, Thalassophysidae. *Ann. des Sc. Nat., Zool.*, 11e série, XV, 1953, 99-183, 55 fig., 7 pl.

Comprises the following chapters: Morphology and systematics of the Sphaerocollidae; Regeneration; Cytologic study; Vegetative reproduction and polycyrtic proto-colonies; Sporogenesis in Thalassicollidae and Thalassophysidae. Direct and retarded sporulation. Spores; General remarks on morphology and nuclear evolution during sporogenesis; Parasites of Sphaerocollides; Nature of Zooxanthellae. The new genus *Sphaerocolla* is described.

HOLLANDE, A., M. ENJUMET & J. MANCIET, - Les Pérnidinées parasites des Phaeodariés et le problème de la sporogénèse chez ces Radiolaires, *C. R. Aca. Sci.*, T.236, 1953, 1607-1609, 1 fig.

The writers were unable to observe anything leading to the admission of the existence of a sporogenesis in Phaeodarians.

HOLLANDE, A. & J. CACHON, - Morphologie et évolution d'un Pérnidien parasite des oeufs de Sardine (*Ichthijodinium chabardi*), Alger 1953, 17 p., 4 fig., 1 pl.

STATION CENTRALE D'HYDROBIOLOGIE APPLIQUEE, - Compte rendu d'activité de l'année 1952, *Bull. Fr. Piscicult.*, n°170, Juillet-Septembre 1953, 12 p.

HUET, M., - Pisciculture des *Tilapia*, extrait du „Traité de Pisciculture” 2e édition, Bruxelles 1953, 245-270, fig. 222-237.

Separate reprint of art. IV from the very valuable „Traité de Pisciculture”. The genus *Tilapia* is very important for the tropical pisciculture (Belgian Congo, Indonesia) and the very complete treatment of the question, made by M. HUET, is welcome for those interested in it.

HEUTS, M. J., - Comment on „Cave Fish Evolution”, *Evolution VII*, n° 4, 1953, 391—392.  
 Answer to a criticism by C. M. BREDER (*Evolution*, 7:179—181, 1953).

HEUTS, M. J., - Ecology, Variation and Adaptation of the blind african Cave Fish *Caecobarbus geertsii* Blgr., *Ann. Soc. r. Zool. Belg.*, *LXXXII*, 1951, 155—230, 25 fig., 1 table.  
 This is the paper criticized by BREDER. The writer's ideas on evolution are orthodox and his conclusions based on very thoroughly made investigations.

KUFFERATH, H., - *Gonzeella coloniaria*, n.gen., n.spec. Cilié coloniaire péritriche du Congo belge, *Rev. Zool. Bot. Afr.*, *XLVIII*, 1953, 30—34, 7 fig.

KOSTER, J. Th., - Cyanophyceae aus der Umgebung von Zürich, *Mitt. Bot. Mus. Univ. Zürich*, *CXCV*, *Vierteljahrsschr. Natf. Ges. Zürich*, *XCVIII*, 1953, 171—176.

CROOCKEWIT, H. W. E., & others, - Malakologische Resultate einer Reise nach der asiatische Türkei, *Basteria*, 17, 1953, 17—32, 2 fig., 2 pl.  
 Introduction by H. W. E. CROOCKEWIT; List of Terrestrial and Freshwater Mollusks collected, by L. FORCART; *Clausiliae*, by F. R. LOOSJES; Marine Mollusks, by W. S. S. van BENTHEM JUTTING.

BENTHEM JUTTING, W. S. S. van, - Systematic Studies on the Non-Marine Mollusca of the Indo-Australian Archipelago. IV. Critical Revision of the Freshwater Bivalves of Java, *Treubia*, vol. 22, Pt. 1, 1953, 19—73, 22 fig.  
 Very valuable contribution, treated by the writer with her usual mastery.

MICROWERELD, - Orgaan van de Nederlandse Vereniging voor Microscopie, Jgg IX, Afl. 3, Maart, 1954.

KOSTER, J. Th., - Rare or Otherwise Interesting Marine Algae from the Netherlands, *Acta Bot. Neerl.*, I, 1952, 201—215, 2 fig.  
 Several species are recorded as new for the Netherlands.

STELLA, E. & V. ANGELINI, - Le Zoocenosi della Foce del Tevere, *Boll. Pesca, Piscicolt. e Idrobiol.*, *XXVIII*, vol. VII (n.s.), 1952, 19 p., 4 fig.  
 On composition and distribution of the zoocenoses in the Tibermouth.

PAPI, F., - Ricerche sui Turbellari Macrostomidae, *Arch. Zool. Ital.*, *XXXVI*, 1951, 289—340, 59 fig., 1 pl.  
 Described as new: *Macrostomum retortum* n. sp., *M. orthostylum* (M. BRAUN) var. *curvata* n. var., *M. viride* E. Bened. subsp. *rostrata* n. subsp., *M. appendiculatum* (O. Fabr.) subsp. *distinguenda* n. subsp. The writer's ideas on infraspecific forms and their nomenclature seem rather confuse.

PAPI, F., - Note faunistiche sui Turbellari dell'Italia centrale, *Mon. Zool. Ital.*, *LX*, 1952, 13 p.  
 Described as new: *Microdalyellia (Gieysztoria) expedita* (Hofsten) var. *italica* n. var. Luther (i.l.) and *M. (Gieysztoria) macrovariata* (Weise) var. *9-spinosa* n. var. Luther (i. l.).

TONOLLI, V., - I criteri di giudizio sulla produttività delle acque interne, *Boll. Zool.*, *XIX*, 1952, 271—291, 1 fig.

JARNEFELT, H., - Die Seetypen in bodenfaunistischer Hinsicht, *Ann. Zool. Soc. „Vanamo”*, 15, 1953, 38 p., 4 tables.  
 Several types are recognized on the basis of various animal groups; a

more detailed discussion is made of the various types that can be recognized in connection with the Chironomid larvae.

JORGENSEN, E. G., - Silicate Assimilation by Diatoms, *Physiol. Plant.*, 6, 1953, 301—315, 7 fig., 6 tables.

The conclusion is that a vigorous growth of Diatoms leads to a rapid decrease of Si-concentration.

JORGENSEN, E. G., - The Diatoms *Tabellaria binalis* and *Actinella punctata* in South-Norway, *Nytt Mag. f. Botanikk*, 1, 1952, 125—127.

PAPI, F., - Ueber einige Typhloplaninen (Turbellaria Neorhabdocoela), *Acta Zool. Fenn.* 64, 1951, 20p., 26 fig.

Described as new: *Castrada noëmiae* n.sp., *C. infernalis* n.sp. and *C. cristatispina* n.sp.

BERZINS, B., - Zur Kenntnis der Rotatorien aus West-Australien, *Lunds Univ. Arsskr.*, N. F. Avd. 2, Bd. 49, n°8, 1953 (Report n°4 from Professor T. Gislén's expedition to Australia in 1951—1952), 12 p., 10 fig.

Described as new: *Cephalodella Gisléni* spec. nov. and *Proales similis exoculis* var. nov. The latter seems to be a geographical race of the northern *P. s. similis* de Beauchamp, and should be designated as subsp. nov., not var. nov., which latter designation is non existant in zoology.

SCHILLER, J., - Ueber neue Chrysomonaden aus dem schwach salzhaltigen Wasser des Neusiedler Sees, *Schweiz. Ztschr. Hydrol.*, XIV, 1952 456—461, 10 fig.

Described as new: *Stenokalyx aumülleri* n. sp., *Pseudokephyrion doliolum* n. sp., *P. densatum* n. sp., *P. longum* n. sp., *Kephyriopsis exspectans* n. sp., *Torocapsa amphiconica* n. gen., n. sp., *T. ruttneri* n. gen., n. sp. (with f. *gracilis* n. f.) and *T. lata* n. gen., n. sp.

STUNDL, K., - Zur Limnologie steirischer Bergseen, *Schweiz. Ztschr. Hydrol.*, XV, 1953, 168—189, 2 diagrams, 18 tables.

Investigation of 15 mountain lakes in Styria.

JARNEFELT, H., - Einige Randbemerkungen zur Seetypennomenklatur, *Schweiz. Ztschr. Hydrol.*, XV, 1953, 198—212, 3 fig.

Some remarks on the nomenclature of the lake-types.

VOLLENWEIDER, R. A., - Einige Bemerkungen zur oekologischen Valenzanalyse, I. Mitteilung: Mathematisch-ökologische Analyse, *Schweiz. Ztschr. Hydrol.*, XV, 1953, 190—197, 2 tables, 4 fig.

VOLLENWEIDER, R. A. & M. FREI, - Vertikale und zeitliche Verteilung der Leitfähigkeit in einem eutrophen Gewässer während der Sommerstagnation, *Schweiz. Ztschr. Hydrol.*, XV, 1953, 158—167, 4 fig.

BROOKS, J. L., G. L. CLARKE, A. D. HASLER & L. E. NOLAND, - Edward Asahel Birge (1851—1950), *Arch. f. Hydrobiol.*, 1951, XLV, 235—243, 1 portr.

GROSPETSCH, Th., - Rhizopodenanalytische Untersuchungen an Mooren Ostholsteins, *Arch. f. Hydrobiol.*, 47, 1953, 321—452, 44 fig., 4 diagr. Detailed study of moors of eastern Holstein regarding the rhizopodic populations.

SCHMIDT-RIES, H., - Trübungsmessungen, eine Möglichkeit zur einfachen und schnellen Feststellung von Veränderungen in Gewässern, I. Fließende Binnengewässer, *Arch. f. Hydrobiol.*, 47, 1953, 489—515, 10 diagrams.

On water troubling measurements.

HAUER, J., - Zur Rotatorienfauna von Nordostbrasilien, *Arch. f. Hydrobiol.*, 48, 1953, 154—172, 11 fig.

Described as new: *Brachionus incertus* sp. n., *Filinia longiseta* var. *acau-data* n. var., *Keratella lenzi* n. sp., and a new „form”.

STEUSLOFF, U., - Wanderungen und Wandlungen der Süßwasser-Mollusken Mitteleuropas während des Pleistozäns, *Arch. f. Hydrobiol.*, 48, 1953, 210—236, 4 fig., 1 table.  
 A very interesting study on distribution and wanderings of central european freshwater Mollusca during Pleistocene.

SCHILLER, J., - Ueber neue Craspedomonaden (Choanoflagellaten), *Arch. f. Hydrobiol.*, 48, 1953, 248—259, 10 fig.  
 10 new forms described, and two new genera, viz. *Kentia* n.g. and *Kentrosiga* n.g.

KLOTTER, H. E., - Der Formenkreis von *Mallomonas caudata* Iwanoff in den Seen des südlichen Schwarzwaldes, *Arch. f. Hydrobiol.*, Suppl. Bd. XX 1952, 261—266, 3 fig., 6 plates.  
 With description of two new „forms“, viz. *Forma abnobensis* n.f. and *Forma ovalis* n.f.

KLOTTER, H. E., - Die Algen in den Seen des südlichen Schwarzwaldes I, eine ökologisch-floristische Studie, *Arch. f. Hydrobiol.*, Suppl. Bd. XX, 1953, 442—485, 14 fig., 13 tables, 3 plates.  
 Investigation of the algal flora of seven lakes in southern Black Forest.  
 Listed 452 forms.

SCHÄFER, H. W., - Ueber die Besiedlung des Grundwassers, *Verh. Int. Ver. f. theor. u. angew. Limnol.*, XI, 1951, 324—330.  
 Described as new: *Sigmatidium chappuisi* n. sp.

OHLE, W., - Prüfung und Anwendung der elektrochemischen Sauerstoffbestimmung für Gewässeruntersuchungen, *Vom Wasser*, XIX, 99—123, 1953, 15 fig.

POCHMANN, A., - Struktur, Wachstum und Teilung der Körperhülle bei den Eugleninen, *Planta*, 42, 1953, 478—548, 42 fig.  
 A beautiful study, to be read by anyone interested in Euglenophyta.

OHLE, W., - Aufgaben und Ergebnisse der Limnochemie, *Mitt. Max-Planck Ges.*, Heft 7, Oktober 1953, 18—21.  
 A short summary of the object and the results of Limnochemistry.

ACTA HYDROPHYSICA, - *Dtsch. Akad. Wiss. Berlin, Inst. f. physik. Hydrogr-Akademie-Verlag*, Berlin: Bd. I, Heft 1. 2. 3, 1953.  
 Each issue contains two or three papers on appropriated subjects.  
 This new journal is to be recommended, the scientific value of the papers published being very high.

THIENEMANN, A., - Wasser und Gewässer in Natur und Kultur, *Jahrb. 1952 Max-Planck Ges.*, 185—222.  
 A comprehensive account on significance of water and waters in nature and culture.

GEWÄSSER UND ABWÄSSER, - eine limnologische Schriftenreihe I: Festgabe zum Wiederaufbau der Limnologischen Station Niederrhein, Krefeld-Hülserberg, und zur Feier ihres fünfundzwanzigjährigen Bestehens. The first issue of a series which is intended to serve as a kind of a bulletin of the limnological station Niederrhein, at Krefeld-Hülserberg. It contains 76 pages, well illustrated, with an introduction and six short papers by well-known specialists.

KLOTTER, H. E., - Die Kultur der Erddiatomeen, *Mikrokosmos*, 42, 1953, 131—133.

KLOTTER, H. E., - Ein Vorschlag zu einer erweiterten Abwasserreinigung *Städtenhygiene*, Heft 9/1952, 4 p., 4 fig.  
 Description of a new method of water purification.

Dr W. JUNK, PUBLISHERS, THE HAGUE, NETHERLANDS  
13 VAN STOLKWEG

---

### OUR NEW MONOGRAPH SERIES

# BIOLOGIA ET INDUSTRIA

Editors:

**Botany:** L. PARODI, *Buenos Aires* — **Chemistry:** W. ROMAN, *Adelaide* —  
**Engineering:** E. WALDENSTRÖM, *Stockholm* — **Physics:** F. T. PEIRCE, *Raleigh, N. C.* — **Plant biochemistry:** L. GENEVOIS, *Bordeaux* — **Soil Research:** H. QUASTEL, *Montreal* — **Zoology:** K. MANSOUR, *Cairo* — a.o.  
Central Editor: W. ROMAN.

The series consists of independent books each dealing with one industrial product or with a few products of very similar nature. The aim of these books is the reply to the following question: What biological factors influence what chemical and physical properties of the finished industrial product. The monographs in this series will tell the industries concerned what the scientists can give them and will tell the scientists what industry expects of them.

“Biologia et Industria” will link industry not only with chemistry, physics and engineering, but also with zoology, botany and soil research. An authority on each of these fields will contribute to the subject of each monograph.

*In the press:* ROMAN, W. c.s.: “Yeasts”. Price cloth dutch guilders 23.—  
= US \$ 6.—

*In preparation:* NIETHAMMER, A., *Stuttgart* und N. TIETZ, *Chicago*: “Samen und Früchte des Handels und der Industrie”.

GENEVOIS, L. c.s., *Bordeaux*: “Fruits et produits dérivés”  
(Jus de fruits, cidres et vins).

Price per Volume about dutch guilders 25.—

---

# TABULAE BIOLOGICAE

Editors:

G. BACKMAN, *Lund*- A. FODOR, *Jerusalem*- A. FREY, *WYSSLING Zürich*- A. C. KVV, *Chicago*- V. J. KONINGSBERGER, *Utrecht*- A. S. PARKES, *London*- A. C. REDFIELD, *Wools Hole, Mass.*- E. J. SLIJPER, *Amsterdam*- H. J. VONK, *Utrecht*.

**Scope:** Constants and Data (with some didactic context) from all parts of biology and border-line sciences, selected and established by competent specialists. Quotations of all the original works for further reference. Text in English, French, German. Headings in the index also in Italian and in Latin.

### SPECIAL VOLUMES:

|                                                                                                               |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Vol. XIX: CELLULA ( 4 parts) complete. 1939—1951.....                                                         | f 148.—  |
| Vol. XXI: DIGESTIO (4 parts) complete. 1946—1954.....<br>part 3/4 Evertebrates separate with index. 1954..... | f 273.50 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CHOLNOKY, B. J. Hydrobiologische Untersuchungen in Transvaal I. Vergleichung der herbstlichen Algengemeinschaften in Rayton-vlei und Leeufontein .....                                               | 137 |
| FAURÉ-FREMIET, E. et TUFFRAU, MICHEL. Sonderia labiata, n. sp., Cilié Trichostome Psammobie.....                                                                                                     | 210 |
| LUND, J. W. G. Contribution to our Knowledge of British Algae, XIV. Three new Species from the English Lake District                                                                                 | 219 |
| MÜLLER, KARL. Qualitative und quantitative Untersuchungen der Fische der Fulda .....                                                                                                                 | 230 |
| NASR, A. H. Ecological Observations on the Marine Algae of Ghardaqa (Red Sea) .....                                                                                                                  | 245 |
| REMMERT, HERMANN. Beobachtungen über die Tierwelt an einer künstlichen heissen Quelle .....                                                                                                          | 256 |
| LACOURT, A. W. Some remarks on <i>Plumatella philippinensis</i> Kraepelin .....                                                                                                                      | 261 |
| SLACK, H. D. A quantitative plankton net for horizontal sampling                                                                                                                                     | 264 |
| RAO, K. PAMPAPATHI. Tornaria from Madras (Enteropneusta)                                                                                                                                             | 269 |
| JOLLY, V. H. A review of the genera <i>Calamoecia</i> and <i>Brunella</i> (freshwater copepoda) .....                                                                                                | 279 |
| GANAPATI, S. V. Diurnal Variations in Dissolved gases, and some of the important dissolved substances of biological significance in three temporary Rock Pools in the stream bed at Mettur Dam ..... | 285 |
| Bibliography .....                                                                                                                                                                                   | 304 |

Prix d'abonnement d'un volume (env. 400 p. en 4 fasc.) fl. holl. 40.—  
 Subscribers price for the volume (about 400 pp. in 4 parts) Dutch fl. 40.—  
 Abonnementspreis pro Band (ca. 400 Seiten in 4 Heften) Holl. fl. 40.—